

GIANCARLO MIRA OTTO

ADUBAÇÃO NITROGENADA, PRODUÇÃO E ESTADO NUTRICIONAL  
NA CULTURA DO ÁLAMO EM SISTEMA INTEGRADO E SOLTEIRO NO  
MUNICÍPIO DE SÃO MATEUS DO SUL, PR.

CURITIBA  
2005

GIANCARLO MIRA OTTO

ADUBAÇÃO NITROGENADA, PRODUÇÃO E ESTADO NUTRICIONAL  
NA CULTURA DO ÁLAMO EM SISTEMA INTEGRADO E SOLTEIRO NO  
MUNICÍPIO DE SÃO MATEUS DO SUL, PR.

Dissertação apresentada como requisito parcial  
para a obtenção do grau de Mestre em  
Agronomia área de Concentração “Ciência do  
Solo”, do Setor de Ciências Agrárias da  
Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Dr. **Antônio Carlos V. Motta**  
Co-orientador: Dr. **Carlos Bruno Reissmann**

CURITIBA  
2005

## **Agradecimentos**

Agradeço:

A DEUS sobre todas as coisas, pela força, inspiração e luz nos momentos difíceis.

Aos meus pais, Elígio e Lenira pela preocupação e carinho que sempre me tiveram.

À minha esposa, Mara, pela dedicação, apoio e por sempre acreditar em mim.

Ao Sr. Edison Laroca Fontoura e à Companhia Florestal Guapiara, pela possibilidade de realização deste trabalho.

Ao meu orientador, Antônio Carlos Vargas Motta, pela dedicação, ajuda, idéias e apoio.

Ao meu co-orientador, Carlos Bruno Reismann, pela revisão do trabalho.

Ao pessoal da fazenda, Wilson, Rodrigo, Artur e todos que colaboraram na instalação e coletados dados.

À Edilene Buturi Machado, pela ajuda com material bibliográfico e amizade.

Enfim, a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho

“De que adianta plantar um pé de erva mate  
Como sinal de combate em defesa de uma planta  
Se a mesma mão que levanta nessas considerações  
É quem assina concessões num inconsciente floreio  
Aos assassinos do meio, que fazem devastações?”

**Jayme Caetano Braun**

## SUMÁRIO

<b>AGRADECIMENTOS.....</b>	<b>ii</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>vi</b>
<b>LISTA DE QUADROS.....</b>	<b>vii</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>viii</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>ix</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>x</b>
<b>1 INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>1</b>
<b>2 OBJETIVOS GERAIS.....</b>	<b>4</b>
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA GERAL.....</b>	<b>5</b>
3.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO ÁLAMO .....	5
3.2 CARACTERÍSTICAS DAS ÁREAS DE PLANTIO NO SUL DO BRASIL .....	6
<b>4 CAPÍTULO I - RESPOSTA DO ÁLAMO (<i>Populus deltóides</i> Marsh) À ADUBAÇÃO NITROGENADA CULTIVADO EM DOIS SÍTIOS NO MUNICÍPIO DE SÃO MATEUS DO SUL, PARANÁ.....</b>	<b>8</b>
4.1 RESUMO.....	8
4.2 ABSTRACT.....	9
4.3 INTRODUÇÃO.....	10
4.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
4.5 REVISÃO DE LITERATURA.....	12
4.6 MATERIAL E MÉTODOS.....	15
4.6.1 Local .....	15
4.6.2 Instalação do Experimento .....	16
4.6.3 Coleta de Dados.....	18
4.6.3.1 Circunferência a Altura do Peito (CAP) e Altura Total (Ht).....	18
4.6.3.2 Análises de Solo .....	19
4.6.3.3 Análises Foliares.....	19
4.6.4 Análise Estatística .....	20
4.7 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
4.7.1 Circunferência a Altura do Peito (CAP) e Altura Total (Ht).....	22
4.7.2 Teores Foliares.....	25
4.7.2.1 Nitrogênio.....	25
4.7.2.2 Fósforo.....	26
4.7.2.3 Potássio.....	29
4.7.2.4 pH Cálcio .....	29
4.7.2.5 Enxofre.....	33
4.7.2.6 Boro.....	33
4.7.2.7 Manganês.....	35
4.7.2.8 Outros Nutrientes.....	36
4.8 CONCLUSÕES .....	37
4.9 REFERÊNCIAS.....	38

<b>5</b>	<b>CAPÍTULO II – ADUBAÇÃO NITROGENADA EM SISTEMA SILVIPASTORIL ÁLAMO – CULTURAS DE INVERNO.....</b>	<b>43</b>
5.1	RESUMO.....	43
5.2	ABSTRACT.....	44
5.3	INTRODUÇÃO.....	45
5.4	OBJETIVOS .....	46
5.5	REVISÃO DE LITERATURA.....	47
5.6	MATERIAIS E MÉTODOS.....	50
5.6.1	Local.....	51
5.6.2	Instalação do Experimento.....	51
5.6.2.1	Aveia.....	51
5.6.2.2	Azevém.....	52
5.6.3	Avaliação da Circunferência a Altura do Peito (CAP) e Altura Total do Álamo.....	53
5.6.4	Amostragem e Análise Química do Solo.....	53
5.6.5	Análise de Variância e Estatística.....	53
5.7	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	55
5.7.1	Efeito Residual do N sobre a CAP e Altura.....	55
5.7.2	Efeito do N sobre a Produção de Aveia e o Azevém.....	57
5.7.2.1	Aveia.....	57
5.7.2.2	Azevém.....	58
5.8	CONCLUSÕES .....	64
5.9	REFERÊNCIAS .....	65
<b>ANEXO 1</b>	<b>- Incremento em CAP (cm) de álamo no período de 16/12/2002 a 08/08/2003 em relação á diferentes doses de adubação.....</b>	<b>68</b>
<b>ANEXO 2</b>	<b>- Incremento em CAP (cm) de álamo no período de 16/12/2002 a 26/04/2004 em relação á diferentes doses de adubação.....</b>	<b>68</b>
<b>ANEXO 3</b>	<b>- Incremento em Ht (m) de álamo no período de 16/12/2002 a 08/08/2003 em relação á diferentes doses de adubação.....</b>	<b>69</b>
<b>ANEXO 4</b>	<b>- Incremento em Ht (m) de álamo no período de 16/12/2002 a 26/04/2004 em relação á diferentes doses de adubação.....</b>	<b>69</b>
<b>ANEXO 5</b>	<b>- Teor foliar de nutrientes em álamo no primeiro ano de crescimento para diferentes doses de adubação.....</b>	<b>70</b>
<b>ANEXO 6</b>	<b>- Teor foliar de nutrientes em álamo no segundo ano de crescimento para diferentes doses de adubação.....</b>	<b>70</b>
<b>ANEXO 7</b>	<b>- Teor foliar de nutrientes em azevém em sistema silvipastoril no município de São Mateus do Sul, PR.....</b>	<b>71</b>

## LISTA DE TABELAS

TABELA 01 Efeito da adubação no incremento em CAP (cm) de álamo (clone Argos I), com um e dois anos após o plantio, no município de São Mateus do Sul – PR .....	13
TABELA 02. Análise de solo de experimento de adubação de álamo no município de São Mateus do Sul, Paraná, por blocos.....	19
TABELA 03. Teores foliares de N em $\text{g kg}^{-1}$ para as diferentes doses de adubação no primeiro ano de crescimento álamo no município de São Mateus do Sul - PR .....	25
TABELA 04. Teores foliares de N em $\text{g kg}^{-1}$ para as diferentes doses de adubação no segundo ano de crescimento álamo no município de São Mateus do Sul – PR .....	26
TABELA 05. Relações N/P foliares de Álamo para primeiro e segundo anos, em relação as diferentes doses de adubação.....	26
TABELA 06. Teores foliares de K ( $\text{g kg}^{-1}$ ) em Álamo para primeiro e segundo anos em relação as diferentes doses de adubação.....	29
TABELA 07. Teores foliares de S ( $\text{g kg}^{-1}$ ) em Álamo no segundo ano em relação as diferentes doses de adubação.....	33
TABELA 08. Teores foliares de B ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) em Álamo para primeiro e segundo anos em relação as diferentes doses de adubação.....	34
TABELA 09. Análise de solo do local do experimento para a profundidade de 0-20 cm.....	53
TABELA 10. Ciclagem de nutrientes pelo azevém, em diferentes doses de N, sob regime silvipastoril com álamo no município de São Mateus do Sul – PR. ....	63

## **LISTA DE QUADROS**

QUADRO 01. Análise de variância para circunferência a altura do peito (DAP), altura total (Ht) e teor foliar de nitrogênio em álamo, para primeiro e segundo anos de avaliação. ....	21
QUADRO 02. Análise de variância dos dados referentes as variáveis CAP e matéria seca de aveia.....	54



## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01. Localização da área do experimento.....	15
FIGURA 02. Esquema da delimitação das unidades amostrais de experimento de adubação de álamo no município de São Mateus do Sul, Paraná...	18
FIGURA 03. Incremento corrente em CAP de álamo após 2 anos em relação á adição de N.....	22
FIGURA 04. Incremento corrente em altura total (Ht) de álamo após 2 anos em relação á adição de N.....	23
FIGURAS 5A E B. Ajuste de coeficientes para os teores de P foliares do 2º ano e de solo (CA e SO) e o incremento corrente após 2 períodos de crescimento do álamo no município de São Mateus do Sul – PR .	28
FIGURA 06. Ajuste de coeficientes para incremento de 2 anos em cap (IC CAP) e pH (CaCl <sub>2</sub> ). ....	30
FIGURA 07. Ajuste de coeficientes para incremento de 2 anos em Ht (IC Ht) e pH (CaCl <sub>2</sub> ).....	31
FIGURA 08. Ajuste de coeficientes para os níveis de Ca foliar em relação ao incremento em CAP após 2 anos. ....	32
FIGURA 09. Relação entre os níveis de Ca do solo e os seus teores foliares nas plantas de álamo de dois anos, no mun. de S. M. do Sul – PR. ....	32
FIGURA 10. Ajuste de coeficientes para os níveis de Mn foliar e pH do solo...	36
FIGURA 11. Esquema de delimitação das unidades amostrais do experimento.	51
FIGURA 12. Incremento anual em CAP (cm) no período de jun/2003 a jun/2004, para as doses de N aplicado a aveia, em um sistema silvipastoril no município de São Mateus do Sul – Paraná.....	55
FIGURA 13. Precipitação em São Mateus do Sul, no período de junho de 2003 a setembro de 2004. ....	56
FIGURA 14. Produção de MS de aveia para os diferentes níveis de N, em sistema silvipastoril no município de São Mateus do Sul – Paraná.....	58
FIGURA 15. Produção de MS de azevém, para os diferentes níveis de n, em um sistema silvipastoril no município de São Mateus do Sul – Paraná.....	58
FIGURA 16. Teores foliares para os macronutrientes em azevém, em relação às diferentes doses de N aplicadas em sistema silvipastoril no município de São Mateus do Sul, PR.....	60
FIGURA 17. Teores foliares para os micronutrientes em azevém, em relação às diferentes doses de N aplicadas em sistema silvipastoril no município de São Mateus do Sul, PR.....	61
FIGURA 18. Teores foliares de K em azevém relação as diferentes doses de N aplicadas em sistema silvipastoril no município de São Mateus do Sul, PR. ....	61
FIGURA 19. Teores foliares de B em azevém relação às diferentes doses de N aplicadas em sistema silvipastoril no município de São Mateus do Sul, PR .....	62

## RESUMO

O cultivo florestal de Álamo (*Populus spp.*) vem sendo realizado comercialmente no sul do Brasil desde meados dos anos 90. É uma espécie de rápido crescimento e no local de estudo seu cultivo é associado com pecuária. Pelo pouco tempo de implantação, ainda não se tem rotações completas da cultura e também faltam muitas informações a respeito de melhores clones, interação com sistemas silvipastoris, pragas e doenças e da nutrição da espécie para o local do estudo. O conjunto desses fatores pode ser o responsável pela produção abaixo do seu potencial, observada nas condições que vem sendo cultivado. Visando fornecer subsídios sobre os aspectos nutricionais da espécie, melhorando a sua produtividade/rentabilidade na área objeto deste estudo, dois trabalhos foram conduzidos em duas fazendas no município de São Mateus do Sul, PR. O primeiro testando 4 doses de N (0, 20 40 e 80 kg ha<sup>-1</sup>) e mais um tratamento extra com NPK (25: 17: 10 kg ha<sup>-1</sup>) sobre crescimento inicial do álamo após plantio a campo, em dois solos (várzea e encosta) plantados com mudas de um ano e 5 m de altura, avaliados por 2 anos. O segundo experimento foi implantado visando avaliar o efeito de doses N na produtividade de um sistema silvipastoril álamo (8 anos de implantação a campo) e terminação de gado de corte, com pastejo rotativo sobre pasto de inverno implantado. Foi avaliado o efeito da aplicação de N sobre o pasto de inverno e o seu residual sobre o crescimento do álamo, testando 5 doses de N (0, 20, 40, 80 e 160 kg.ha<sup>-1</sup>) na forma de uréia aplicada antecipadamente na cultura consorciada de inverno, que foi a aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) e Azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) em anos subsequentes. Para o primeiro ensaio os resultados indicaram um pequeno efeito positivo das diferentes doses de N sobre o crescimento em circunferência a altura do peito (CAP) e altura total no período avaliado, ocorrido provavelmente pelo elevado teor de matéria orgânica do solo utilizado e/ou a ocorrência de outros fatores limitantes. A ocorrência de carência nutricional e efeito da acidez do solo, certamente tem grande importância, visto que houve correlação positiva para os teores de P e Ca/pH do solo, e P, Ca e B da folha, com crescimento das plantas. Recomenda-se a correção dessas deficiências antes da implantação dos povoamentos. No segundo experimento os resultados mostraram que após um período de crescimento as árvores não apresentaram diferenças significativas para as variáveis circunferência a altura do peito (CAP) e altura total. Para a matéria seca de aveia e azevém houve aumento linear com o aumento das doses de N. Pode-se concluir que para a idade de 8 anos a fertilização antecipada não traz benefícios, pelo menos no primeiro ano de fertilização, porém a ciclagem de nutrientes e o ganho de peso do gado com a melhora da pastagem podem trazer benefícios para a cultura a longo prazo.

Palavras chave: Álamo, sistemas silvipastoris, nutrição, nitrogênio.

## ABSTRACT

Poplars (*Populus spp.*) has been grown as a forest crop at a trade scale in southern Brazil since 90's decade. It is well known as a fast growth specie and can be integrated with grazing cattle. Due to recent adoption of this specie, a complete cycle (planting to harvesting) has not been obtained for the most of the plantations and there is a lack of knowledge regarding to clones adaptation, plagues and diseases control, cattle integration, soil management and crop nutrition. Two fertilization experiments were established in 2002 in two farms located in São Mateus do Sul county, Paraná, Brazil to generate information about N fertilization impacts on poplars forest under different management systems. The first experiment determined N and N-P-K responses on recent implanted poplar plantation initial growth on two soils during two years. Soils were lowland soil (Histosol soil) and high land (Inceptisol soil) where was planted one year-old and five meter cuttings, belong Argos I clone, using population of 278 and 320 tree/ha, respectively. The experimental design was a randomized block with five treatments, four N rates (0, 20, 40 e 80 kg ha<sup>-1</sup>) and an extra treatment with N,P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>,K<sub>2</sub>O (25, 17, and 10 kg ha<sup>-1</sup>), and four replications. Fertilizer effects on plant growth, plant height and circumference at breast high (CBH) were measured each year, in fall. Leaves were collected during the summer in order to evaluated the nutritional aspects. The second experiment evaluated N response for black oat (*Avena strigosa* Schreb) and rye grass (*Lolium multiflorum* Lam.) during the winter as well as the residual effect of N fertilization over poplar growth during the summer. Trees were planted in 1995, using 278 trees/ha. Then, in 2003, a homogenous area was selected in order to established an randomized block experiment design, testing five N rates (0, 20, 40, 80 and 160 kg ha<sup>-1</sup>), applied in whole area during winter. Winter crop was cut just before each grazing period, to obtain total dry matter available for animals. Tree height and CAP for poplar were measured each year, in the fall. The results indicated that CAP and total height was not affected by treatments after two years, suggesting that enough N for plant growth was released from soil organic matter on both soils or there is/are of other limiting factor(s) for plant growth and fertilizer answer. Plant growth was correlated with soil chemical properties (P resine, extractable Ca and pH) and leaves nutrients concentration (P, Ca e B), confirming an occurrence of limiting factors on plant answer. It is necessary an fertility improvement before poplar planting for better plant growth. Black oat and rye grass showed linear response to N fertilization in two years, enhancing animal supporting and nutrient cycling. However, poplar growth was not affected by residual effect of N fertilization. The nutrient cycling and the weight gain of livestock with better pasture could bring benefits for poplar culture at long term. So, integration poplar plantation with fertilized winter crop improves soil use and could give economical viability to poplar plantation

Key words: Poplar, integration cattle x forest, nutrition, nitrogen.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

As Indústrias Andrade Latorre S/A tem uma tradição de mais de 60 anos na produção de palitos de fósforo. No início eram utilizadas apenas madeiras nativas para a sua produção. Com a escassez desse tipo de madeira, iniciou-se a utilização de madeira oriunda de florestamento/reflorestamento, de essências nativas, como a araucária – *Araucaria angustifolia* Bert O. Kuntze e exóticas como o pinus – *Pinus spp.* Em busca de alternativas para o suprimento de madeira de qualidade e de rápido crescimento para a produção de palitos de fósforo, no início da década de 90 investiram no cultivo do Álamo (*Populus spp.*).

A cultura do Álamo (*Populus deltoides* Marsh.) vem se difundindo no sul do estado do Paraná e no norte de Santa Catarina, tendo alcançado atualmente uma área aproximada de 5.000 ha, sempre nas várzeas da bacia do Médio Iguaçu. Essa área plantada pertence basicamente a três empresas, que pretendem utilizar a sua madeira na fabricação de palitos de fósforos e laminados em geral. Esses plantios comerciais de Álamo no Brasil, com as técnicas silviculturais que são utilizadas hoje são extremamente jovens, uma vez que ainda não se tem a experiência de uma rotação.

Antes da década de 90, os primeiros plantios realizados, como exemplo podemos citar um no município de Fluviópolis – PR e outro em Monte Carlo - SC, ambos em pequena escala, foram executados sob técnicas de manejo que não satisfizeram as exigências da espécie, no que diz respeito a solos, espaçamento, controle de doenças e clones, e fracassaram ou tiveram pequena produção, abastecendo algumas fábricas apenas com madeira para testes.

Apesar de ser uma espécie cultivada praticamente em todas as regiões temperadas e frias do mundo e haver uma vasta bibliografia sobre o assunto, não existe nada específico para as condições de clima e solo do Sul do Brasil, onde é mais cultivado.

No Brasil, mesmo com essa área plantada, ainda faltam uma série de informações sobre clones, sítios e nutrição da espécie. Como, pelo pouco tempo

de plantio da espécie, também faltam informações consistentes sobre o seu potencial de produtividade.

A Ente Nazionale per la Cellulosa e per la Carta (1987) indica que na Europa ocorre uma grande interação entre universidades, institutos de pesquisa e produtores, formando uma rede que tem desenvolvido muito a tecnologia para a produção dessa espécie. Infelizmente o Brasil ainda não chegou a esse nível, por isso ainda existe uma grande demanda por pesquisas, que vão desde pragas e doenças até melhoramento genético e nutrição. No Chile foi criado um programa para avaliar espécies promissoras para ampliar a base de sustentação silvicultural nacional naquele país, sendo o Álamo indicado como umas das espécies mais interessantes, pelo seu alto potencial produtivo (Padró, 1999, Sanhueza, 2001). Até 1999 este país possuía uma área plantada superior a 4.200 ha (CONAF, 2003).

Sua madeira tem baixa densidade, porém seus usos são amplos devido a novas tecnologias de processamento, e tem uma competitividade muito grande com outras madeiras moles/brancas, principalmente para uso em celulose, painéis de madeira, serraria, laminação e até mesmo energia. Um uso crescente dos plantios de álamo no mundo todo é a fitorremediação (Balatinecz and Kretschmann, 2001).

A cultura do Álamo, sendo de rápido crescimento, é muito exigente na demanda por nutrientes e baixa acidez do solo, sendo necessário a adequação da correção da acidez via calagem e aumento da disponibilidade de nutrientes via adubação. A grande maioria dos cultivos de álamo no sul foram implantados em áreas de várzea úmida, de baixa fertilidade natural, ácidas e de alto poder tampão, com adequação quanto a drenagem e correção da acidez com elevadas doses de corretivo e adubação. Face às altas quantidades exigidas de corretivo e adubação, estas vem sendo feitas de modo parcial. Assim, comparativamente as demais culturas utilizadas em reflorestamento no sul do Brasil, como pinus e eucalipto, apresenta um elevado custo de implantação. Aliada ao alto custo de implantação, a cultura do álamo necessita um controle intensivo de ervas daninhas, pragas e

doenças, além de podas anuais que encarecem ainda mais o custo da cultura.

Apesar de ser uma das mais antigas espécies arbóreas a ser cultivada e pesquisada, seus problemas ainda desafiam produtores e pesquisadores, exigindo um contínuo esforço em pesquisas e geração de tecnologias para o seu manejo.

## **2. OBJETIVOS GERAIS**

O presente trabalho tem como objetivo principal fornecer subsídios sobre os aspectos nutricionais da espécie, visando melhorar a sua produtividade/rentabilidade na área objeto deste estudo.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA GERAL

#### 3.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO ÁLAMO

O Álamo pertence á ordem Salicales, família Salicaceae. O gênero *Populus* é originário do hemisfério norte, com mais de 30 espécies reconhecidas, das quais já foram obtidos mais de cem híbridos de alta qualidade florestal (Sanhueza e Bourke, 1998).

Aqui no Brasil são plantados principalmente híbridos de *P. deltóides* Marsh. e em menor escala híbridos interespecíficos entre *P. deltóides* Marsh. e *P. nigra* L. (*P. x euramericana* Guin.), porém ainda não existem clones produzidos ou adaptados para as condições aonde é plantado aqui no sul do Brasil.

Seu nome vem do latim *arbor populi*, que significa árvore do povo, porque já era plantado em locais públicos desde a Roma Antiga. (Rupp, 1990, citado por Dickmann, 2001).

Os álamos são árvores decíduas, com tronco reto e galhos finos. Suas folhas balançam facilmente ao vento, principalmente *P. tremula* e *P. tremuloides*, em virtude do seu pecíolo fino e longo, o que lhe confere noção de constante movimento (“chacoalhante”) e em muitas regiões do mundo seu nome pode ser traduzido como a “árvore da língua de mulher” (Dickmann, 2001).

Apesar de serem árvores de vida relativamente curta, pelo seu rápido crescimento alcançam grandes dimensões, chegando a mais de 35 m de altura e 2 m de diâmetro. São árvores dióicas que florescem na primavera, antes do surgimento das folhas. São facilmente hibridizados, natural ou artificialmente. Aonde houver dois táxons de álamos crescendo junto, híbridos irão se formar (Eckenwalder, 1996). Sua reprodução ocorre por sementes e principalmente por propagação vegetativa (Dickmann, 2001).

As principais características do Álamo são a sua fácil propagação, adaptação a diversos ambientes, rápido crescimento, pronta resposta a tratamentos e principalmente a qualidade da madeira, que é muito utilizada no



mundo inteiro pela indústria (Ente Nazionale per la Celulose e per la Carta, 1987).

As principais pragas do álamo no Brasil são a mariposa-do-álamo *Condhyllorryza vestigialis* (Lepidoptera:Crambidae) e a broca *Platypus sulcatus* (Coleoptera: Platypodidae). A primeira é um desfolhador e a segunda produz galerias na madeira, limitando o seu uso. As suas principais doenças são a ferrugem (*Melampsora medusae*) e o cancro (*Septoria musiva*) (May de Mio, 1997). A primeira causa desfolha precoce, atrasando o crescimento e a segunda provoca lesões no tronco, causando até a morte da árvore.

### 3.2 CARACTERÍSTICAS DAS ÁREAS DE PLANTIO NO SUL DO BRASIL

Teoricamente, solos ideais para os álamos são de textura leve, permeáveis, profundos e úmidos, com teor de sais inferior a 1%, pH próximo da neutralidade, lençol freático alto o suficiente para o acesso das raízes, porém não inferior a 50 cm de profundidade, bem aerados, e de alta fertilidade (Semizoglu 1979, Kavakcılık Arastirma Enstitüsü, 1981, citados por Birler, 1994).

Em levantamento pedológico em plantios de Álamo nas várzeas do Rio Iguaçu no município de São Mateus do Sul – PR, os principais grupos de solos encontrados foram os Gleis (turfosos, húmicos, pouco húmicos e turfosos textura média), Aluviais, Podzol e Parapodzol, Orgânicos e Cambissolos, indo de imperfeitamente a muito mal drenados (Rocha et al.,1999), em função das características desses solos e do relevo muito plano. Os melhores crescimentos estão sempre em solos que vão de mal a imperfeitamente drenados, nunca em muito mal drenados, como já indicado por Birler (1994) e Jobling (1990).

Os solos de várzea do Rio Iguaçu são caracterizados pelo baixo pH e alto teor de alumínio, com elevado poder tampão (Rocha et al., 1999), exigindo aplicações de calcário entre 10 a 20 Mg ha<sup>-1</sup> para camada de 20 cm de profundidade para elevar o pH próximo a 5,4 em CaCl<sub>2</sub> 0,01M ou dobro deste valor caso a correção

seja feita até 40 cm profundidade. Altos teores de alumínio causam diminuições no alongamento radicular, por lesões na membrana celular e também indução de deficiência de nutrientes, principalmente Cálcio e Magnésio, devido á competição catiônica por sítios de troca na raiz (Machado, 1997). Por isso essas áreas necessitam de pesadas correções de pH com calcário. Como essas áreas também são pobres em nutrientes, adubações são extremamente necessárias para suprir as exigências da espécie.

#### **4. CAPÍTULO 01 – Resposta do álamo (*Populus deltóides* Marsh) a adubação nitrogenada cultivado em dois sítios no município de São Mateus do Sul, Paraná.**

##### **4.1 RESUMO**

Os plantios de álamo realizados na região de São Mateus do Sul, PR não tem o desenvolvimento esperado, pela ausência de muitas informações, como clones ideais, pragas, doenças e nutrição. Face a carência de estudos sobre fertilização de povoamentos de álamo para as condições em que a espécie é plantada no Brasil e visando melhorar a produtividade dos plantios de álamo na região de São Mateus do Sul – PR foi instalado um experimento testando 5 doses de N e mais um formulado NPK em dois sítios diferentes. Os dados mostraram um pequeno efeito para crescimento em circunferência a altura do peito (CAP) e altura total (Ht). Também houve correlação positiva entre os parâmetros de crescimento e os teores de P e Ca/pH do solo, e P, Ca e B da folha, indicando a influência destes elementos sobre resposta e crescimento das plantas, sugerindo a necessidade de adequação da fertilidade do solo, via corretivos da acidez e adubação, antes da implantação das mudas.

## 4.2 ABSTRACT

Poplar plantations have been shown a growth pattern well below of their potential at Iguaçu River Basin, São Mateus do Sul - PR state - Brazil. In addition, there is a lack of information about poplar nutrition and response to fertilizer application in the area, limiting fertilizer recommendation. This study evaluated the poplar response to N rates (0, 20, 40 e 80 kg ha<sup>-1</sup>.yr) and a combined effect with the application of N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, and K<sub>2</sub>O (27, 15, and 11 kg ha<sup>-1</sup>.yr), during three years after planting in two sites (lowland and dryland area). Better tree growth was observed at dryland area and fertilizer application provided a small improvement on circumference at breast high and total high in both sites. There was a positive correlation between soil properties (P, Ca, and pH) and nutrient concentration in the leaves (P, Ca and B) with plant growth. Results suggested the need of soil fertility adjustment, by acidity correctors and fertilizers, before tree planting.

### 4.3 INTRODUÇÃO

No Brasil existe, entre outros problemas da nutrição e fertilização florestal, um conhecimento insatisfatório de manejo de solos florestais, falta de preocupação com o solo da região de origem das espécies plantadas, grande número de ensaios de campo sem a observação de princípios básicos de experimentação e sem caracterização do solo (GPTNFF – EMBRAPA, 1983).

O álamo, por ser uma espécie de rápido crescimento é muito exigente na demanda por nutrientes e para as condições dos locais aonde é plantado aqui no Brasil, ainda faltam conhecimentos mais aprofundados sobre as necessidades nutricionais da espécie.

Jobling (1990) cita que em estudos realizados pela Comissão Florestal da Inglaterra desde os anos 50 comparando diferentes métodos de estabelecimento de plantios de álamos mostraram que o crescimento aumenta nas primeiras estações de crescimento com a aplicação de fertilizantes. A aplicação de nitrogênio em forma de sulfato de amônio, fósforo em forma de superfosfato e potássio em forma de cloreto de potássio demonstrou considerável aumento no crescimento e altura de povoamentos de Álamo naquele país. Nos dois primeiros anos a maior resposta é em relação ao nitrogênio, sendo que em relação aos outros o crescimento somente é detectado após o quarto período de crescimento, sem interação entre nutrientes. Cita também, que quanto mais pobre o solo, maior a resposta das árvores. Então, devido a resposta que os plantios de Álamo dão a adubação e também a ausência de informações a esse respeito para as condições brasileiras, pesquisas devem ser realizadas para subsidiar os produtores e incentivar o plantio dessa espécie, visto que o seu potencial é muito grande. Potencial este que pode trazer fontes de renda alternativas para pequenos produtores, pois permite consórcio com lavouras intercalares e pastagem.

#### **4.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Para que a produtividade seja melhorada, o trabalho almeja alcançar os seguintes objetivos:

- Propor um sistema efetivo de adubação para os principais tipos de solos do local do experimento, principalmente para o elemento Nitrogênio.

## 4.5 REVISÃO DE LITERATURA

Para o estudo da nutrição de espécies florestais dois aspectos devem ser considerados dada a influência da exigência e resposta a adubação. Primeiro: se a espécie é caducifólia ou perenifólia; segundo: se a espécie é conífera ou folhosa.

A necessidade anual de nutrientes deve ser maior em folhosas decíduas em função das copas serem renovadas anualmente e a percentagem de elementos nutritivos supridos pela retranslocação dos tecidos senescentes é menor que em coníferas perenes. Isso quer dizer que a fertilidade de sítios considerados adequados para algumas coníferas pode limitar o crescimento de folhosas que ocorram no mesmo local. Para alcançar as maiores taxas de crescimento, as folhosas necessitam de maiores quantidades de nutrientes que as coníferas, em um sítio de fertilidade similar, tornando-as mais predispostas a deficiências (Brown, 1999).

Estudos de deficiência nutricional são mais conclusivamente identificados através de estudos de fertilização á campo (Binkley, 1986). Oosten & Zabek (2004) citam que a fertilização tem o potencial de aumentar significativamente a produção de plantios de álamo, sendo N e P os maiores limitantes ao crescimento de Álamos híbridos (Van den Driessche, 1999)

A importância do N no crescimento do álamo foi demonstrada por Brown e Driessche(2002) que, trabalhando com dois clones híbridos de álamo no Canadá, após duas estações de crescimento, obteve aumentos lineares no crescimento do tronco com a dose de 0, 13,5 e 27 g planta<sup>-1</sup> de N. Todavia, no mesmo experimento não foram observadas diferenças entre as diferentes fontes de fertilizantes utilizadas (adubos de liberação gradual e solúveis).

Um estudo no estado do Paraná, no mesmo local do atual trabalho, utilizando duas fórmulas de adubo, um NPK 8:30:20 convencional e outro 16:9:7 de liberação gradual de N, encontrou respostas positivas para o adubo de liberação gradual e para a dose, que foi de 0, 500 ou 1000 g do adubo formulado por cova (Otto, 2003), sugerindo efeito do N no crescimento da planta (tabela 01)

TABELA 01. EFEITO DA ADUBAÇÃO NO INCREMENTO EM CIRCUNFERÊNCIA A ALTURA DO PEITO - CAP (CM) E ALTURA TOTAL – Ht (m) DE ÁLAMO (CLONE ARGOS), COM UM E DOIS ANOS APÓS O PLANTIO, NO MUNICÍPIO DE SÃO MATEUS DO SUL – PR (OTTO, 2003)

	NPK solúvel (kg.ha <sup>-1</sup> )		Controle		NPK lib. Gradual (kg.ha <sup>-1</sup> )	
Dose (g/cova)	26:96:64		0		51:30:22	
	Cap	H	Cap	H	Cap	H
1º ano (01-02)	4,7	0,66	1,4	0,23	6,6	0,97
2º ano (02-03)	9,7	2,24	6	1,33	11,1	2,27
Total	14,4	2,9	7,4	1,56	17,7	3,24

A resposta à adubação nitrogenada pode variar em função dos clones, visto que Johnson & Zhao (2004) encontraram respostas positivas para biomassa total, eficiência no uso do Nitrogênio e eficiência de área foliar em relação a diferentes doses de N, sendo que os melhores desempenhos foram daqueles híbridos com mãe de *P. deltóides*. Van Oosten & Zabek (2004) realizaram, no Canadá, um teste aplicando doses de NPK em plantios de dois anos e após o décimo ano de idade os efeitos ainda eram evidentes, com diferenças significativas para a aplicação conjunta de N e P, sem resposta para o K. Os mesmos autores, avaliando a faixa de resposta dos fertilizantes e o resultado financeiro, concluíram que a fertilização de povoamentos de álamos híbridos de cultivo intensivo de curta duração é viável economicamente em sítio de média a boa qualidade.

O uso de N, principalmente em grande quantidade, pode trazer riscos a produtividade, visto que Belanger et al (1990), constatou que a fertilização com N isolado pode predispor as árvores a infecções pelo aumento da relação folha/raiz, aumentando o stress hídrico da planta. Da mesma forma Harvey e Van den Driessche (1997), testando doses de N e P descobriram que altas doses de N aumentam a suscetibilidade a embolismos nos vasos do xilema em períodos de seca, reduzindo o crescimento. Esse efeito foi diminuído com a adição de P. Entretanto, estudos com adubações nitrogenadas e fosfatadas reduziram a atividade micorrízica em *P. trichocarpa* e em *P. tremula* x *tremuloides* (Baum e Makeschin, 2000).



A forma como o N (amônio ou nitrato) é disponibilizado para a planta é uma importante variável que afeta o seu crescimento. Em geral, plantas tolerantes a solos ácidos, como coníferas, crescem melhor em soluções com predominância de amônio, enquanto que espécies folhosas decíduas adaptadas a solos mais alcalinos crescem melhor em soluções com predomínio de nitrato (Kosloski and Pallardi, 1997, Kronzucker et al, 1997, citados por Woofolk an Friend, 2003.).

Alguns estudos mostraram uma maior correlação entre tamanho de folhas e crescimento em altura e CAP/produção de biomassa do que com a concentração de elementos nutritivos nas folhas (Harrington et al, 1997). Contudo, os teores foliares são freqüentemente utilizado para verificar o estado nutricional das plantas e resposta a adubação. Mead (1984), citado por Gonçalves (1997) cita a análise foliar como uma boa indicadora de estado nutricional, especialmente se são comparadas árvores vigorosas e de baixo crescimento. Valores de N entre 2-3% são indicados como níveis adequados para o álamo, dentro dos quais a resposta á adubação é incerta (Stanturf et al, 2001).

Contudo, Brown (1999) cita que aplicar níveis críticos é problemático, pois esses níveis críticos associados com baixo crescimento podem variar com a idade e espécie e diminuir com a idade da planta, além de variar com a disponibilidade de outros recursos, como umidade e outros nutrientes, por isso indica a utilização de relações entre nutrientes, principalmente N/K, N/P e até N/S. Relações entre N, P, K, Ca e Mg também são citados por Gonçalves (1997) como uma ferramenta mais útil para diagnóstico de estresse nutricional de povoamentos florestais do que níveis críticos individuais foliares. Stanturf et al (2001) todavia, cita que consumo de luxo de N pode afetar a acuracidade das taxas e interpretação dessas relações, dificultando a determinação de qual nutriente é deficiente.

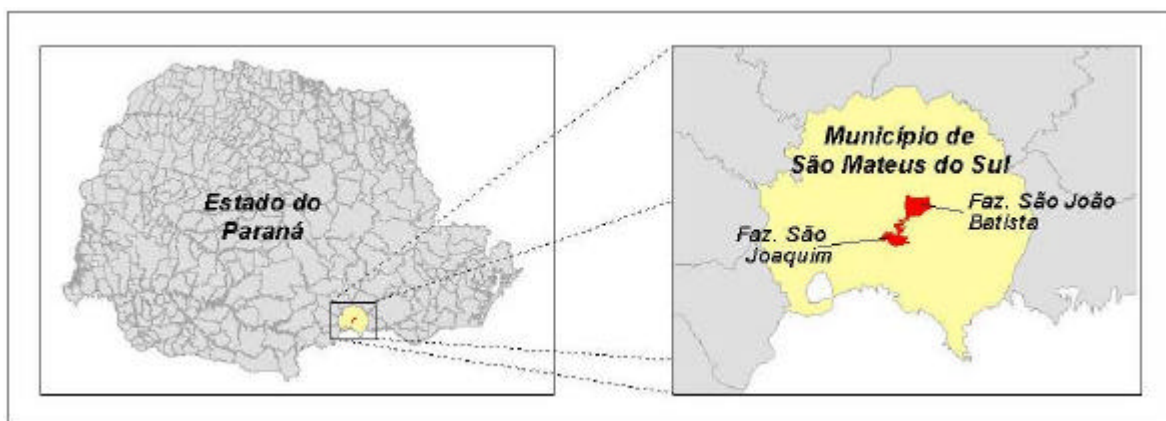
## 4.6 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.6.1 LOCAL

Os experimentos do presente trabalho foram instalados em plantios de Álamo pertencentes a Indústrias Andrade Latorre S/A., localizados no município de São Mateus do Sul – PR (Figura 01). Suas coordenadas geográficas são 25° 54' S e 50° 24' W e a altitude média é de 750 m.

O clima da região é Subtropical Úmido Mesotérmico, tipo Cfb (Köppen), com várias e severas geadas por ano. A precipitação é de 1600-1700 mm/ano, regulamente distribuída.

FIGURA 01. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DO EXPERIMENTO.



O experimento ocupou duas áreas distintas quanto ao manejo anterior e tipo de solo, distantes em média de 800 m entre si, sendo elas:

a) Área de encosta cultivada com culturas comerciais:

O solo dessa área foi classificado como Cambissolo Vermelho Amarelo álico epieutrófico de textura argilosa (Rocha et al., 1999) (CA). A área tinha como vegetação natural Floresta Ombrófila Mista, com dominância de araucária. O histórico da propriedade indica que a área vinha sendo cultivada aproximadamente por 10 anos, para produção de soja e milho, em sistema de plantio convencional, com uso limitado de adubo e calcário. A cultura anterior de

verão, 2001/2002, foi soja em plantio direto. Após a colheita da soja, em março de 2002, foi realizada uma correção com calcário calcítico na dose de  $1 \text{ t ha}^{-1}$  com incorporação a 15 cm de profundidade com grade aradora e plantio de triticales com cobertura de grade niveladora.

b) área de várzea úmida do Rio Iguaçu sem prévio cultivo

Essa área é composta por Solo Orgânico Sáprico álico epieutrófico (SO), com vegetação natural de campo. O solo era sujeito a alagamentos freqüentes e com lençol freático em torno de 0,5 m de profundidade. Assim, para implantação do álamo a área foi drenada, com abertura de canais de 40 m de distância entre si e 1,5 m de profundidade. Após drenagem a área recebeu apenas calagem de  $5 \text{ t/ha}$  com o calcário calcítico e incorporação a 20 cm de profundidade com grade aradora. Após, nas linhas de plantio, foi levantado um camalhão de aproximadamente 0,4 m de altura e 1 m de largura, feito com um terraceador, que retirou horizonte A das proximidades para diminuir o efeito das enchentes.

#### 4.6.2 INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO

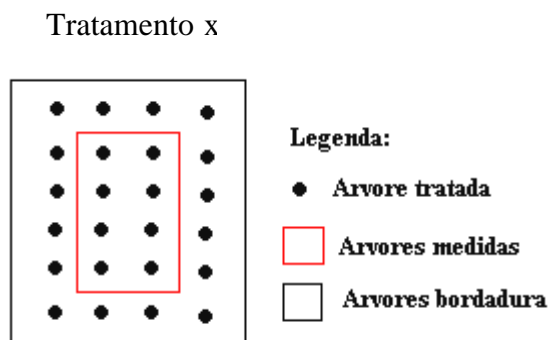
Após o preparo do solo, em final de julho de 2002 foi realizado o plantio das mudas, em forma de estacas de 4,5 m de altura e 5 cm de diâmetro a altura do peito (DAP). As covas foram feitas mecanizadamente com um perfurador de solo com dimensões de 1 m de profundidade e 20 cm de diâmetro. A muda foi colocada na cova e enterrada manualmente com cortadeira e a terra levemente compactada por soquetes de madeira, tendo-se o cuidado de utilizar somente terra superficial na cova. No fundo de cada cova foi adicionado 0,5 kg de calcário dolomítico. No terço médio da cova foram colocados 3 kg de esterco sólido de gado confinado curtido e no terço superior mais 1 kg de cinza de caldeira. Na área de encosta a implantação ocorreu sobre o triticales plantado, que estava aproximadamente com 25 cm de altura e o espaçamento foi de  $6 \times 6 \text{ m}$ , totalizando 278 árvores/ha. Na várzea o espaçamento foi de  $6 \times 5,2 \text{ m}$ , totalizando  $320 \text{ árvores ha}^{-1}$ . Essa diferença de espaçamento é em função da

distribuição quadrada proporcionar operacionalização dos tratos culturais para cultivos agrícolas, quando utilizados. Após plantio das mudas, uma área de aproximadamente 1 ha em cada sítio, foi selecionada e dividida em 4 blocos. Cada bloco foi dividido em parcelas composta por quatro linhas próximas, cada uma com 6 plantas, totalizando 24 plantas por parcela, sendo marcada oito plantas úteis, 4 de cada linha interna, para obtenção de dados de crescimento e material de planta para verificação de aspectos nutricionais (Figura 2).

Adubação nitrogenada dada pelos tratamentos foi aplicada em coroa de 0,5 m de raio ao redor da planta, parcelada em duas vezes, uma em 15/12/2002 e a segunda em 04/02/2003. A mesma adubação foi repetida no segundo período de crescimento, com parcelamentos em 10/11/03 e 12/11/04. As doses utilizadas de N foram 0 (testemunha), 20, 40 e 80 kg.ha.ano<sup>-1</sup>, aplicados na forma de uréia, mais a adubação completa, que foi uma combinação de N, P e K (27 kg ha<sup>-1</sup>, 15 kg ha<sup>-1</sup> e 11 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, mais Ca, Mg, e S).

O controle de erva daninha na várzea, no verão do primeiro ano, foi realizado mecanicamente nas entrelinhas e com roçadeira motorizada nas linhas de plantio. Na encosta foi colhido o triticale das entrelinhas em outubro e também plantado soja em sistema de plantio direto, com adubação e tratamentos normais. No segundo período de crescimento foi realizado capina química nas linhas e mecanizada nas entrelinhas em ambos os locais. A aplicação de defensivos foi realizada com canhão atomizador e somente após a coleta das folhas para análises.

FIGURA 02. ESQUEMA DA DELIMITAÇÃO DAS UNIDADES AMOSTRAIS DE EXPERIMENTO DE ADUBAÇÃO DE ÁLAMO NO MUNICÍPIO DE SÃO MATEUS DO SUL, PARANÁ.



Repetido 4 vezes  
por sítio

#### 4.6.3 COLETA DE DADOS

##### 4.6.3.1 Circunferência a Altura do Peito (CAP) e Altura Total (Ht)

Para eliminar diferenças de tamanho das mudas provenientes do viveiro, foram medidas a CAP e a altura total (Ht) da muda antes da aplicação dos tratamentos, e após a estação de crescimento foi feita uma nova medição. O experimento foi acompanhado por dois períodos de crescimento (2002/2003 e 2003/2004). Os valores utilizados na compilação dos dados foram a diferença entre o crescimento inicial e o final. As medidas das circunferências foram tomadas com fita métrica e as alturas com uma régua de 5 m. Como o experimento foi instalado em dezembro de 2002, a primeira medição de CAP e Ht foi realizada junto com a primeira adubação. A segunda parte da adubação nitrogenada foi realizada em 04/02/2003. A medição após o primeiro período vegetativo foi em 08/08/2003. A segunda medição ocorreu em 24/04/2004. Os valores utilizados foram as médias totais de todas as árvores medidas.

#### 4.6.3.2 Análise de solos

As amostras de solo foram coletadas de cada bloco, na forma de amostra composta, na profundidade de 0-20 cm. Foram feitas análises de MO, pH, P-resina, Ca, Mg, K, H+Al, Al, e os micronutrientes B, Cu, Fe, Mn e Zn, segundo os métodos descritos por Raij e Quaggio (1983). A Tabela 02 a seguir mostra a análise dos solos do local do experimento.

TABELA 02. ANALISE DE SOLO DO EXPERIMENTO DE ADUBAÇÃO DE ÁLAMO NO MUNICÍPIO DE SÃO MATEUS DO SUL, PARANÁ, POR BLOCOS

	P resina	M. O.	Ph	H + Al	Al	K	Ca	Mg	CTC	V	Al
	mg.dm <sup>-3</sup>	g.dm <sup>-3</sup>	CaCl2	-----cmolc dm <sup>-3</sup> -----						%	
CA 1	6	50	4,3	12,1	2,0	0,43	3,7	1,0	17,2	30	28,1
CA 2	5	54	4,1	16,6	3,2	0,27	3,0	1,0	20,9	20	42,8
CA 3	15	58	4,9	6,4	3,0	0,61	8,6	1,5	17,1	63	2,7
CA 4	10	34	5,1	4,2	1,0	0,25	5,8	0,9	11,2	62	1,4
SO 1	6	101	3,9	20,5	5,5	0,10	1,8	0,7	23,1	11	67,9
SO 2	7	115	3,9	18,5	4,7	0,18	1,6	0,6	20,9	11	66,4
SO 3	10	92	4,1	16,6	3,6	0,20	2,3	0,6	19,7	16	53,7
SO 4	10	100	4,1	18,5	3,9	0,11	2,6	0,6	21,8	15	54,1

P- fósforo; M.O.- matéria Orgânica, H-hidrogênio; Al – alumínio, K-potássio; Ca - cálcio; Mg-magnésio, CTC - capacidade de troca de cátions; V% -saturação de bases; Al%-saturação de alumínio

TABELA 02. CONT.

	Boro	Cobre	Ferro	Manganês	Zinco
	-----mg dm <sup>-3</sup> -----				
CA 1	0,58	2	82	115,2	1,4
CA 2	0,47	1,6	138	19,6	0,6
CA 3	0,51	2,1	94	122,4	3,2
CA 4	0,28	2,2	52	107,6	2,3
SO 1	0,23	1	212	5,1	0,8
SO 2	0,35	1	272	6	1
SO 3	0,3	1,1	260	5,4	1,3
SO 4	0,25	1	213	2,8	0,8

#### 4.6.3.3 Análises foliares

No final de janeiro de 2003 e 2004, quando as folhas estavam maduras, foram coletadas dez de cada árvore, de posição intermediária de galhos do terço médio da copa, posicionados na face norte da planta. Foram feitas análise para os nutrientes N, P, K, Ca, Mg, B, Zn, Cu, Mn e Fe. O método foi o descrito por

Malavolta (1989), ou seja, digestões ácida á quente (N), Nítrico perclórica (P, K, Ca, Mg, Cu, Zn), via seca (B) e determinações semi-micro Kjeldhal, (N), Colorimetria do Azul de Molibdênio (P), gravimetria do Sulfato de Bário (S), Espectofotometria de absorção atômica [(K (emissão), Ca, Mg, Cu e Zn)], Colorimetria da Curcumina (B). As análises foram realizadas no laboratório da Fundação ABC, em Castro-PR.

#### 4.6.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O experimento foi analisado segundo um delineamento com tratamento fatorial de blocos ao acaso, sendo o primeiro fator a adubação, com cinco níveis, que consistia de doses de N e tratamento adicional com adubação completa com NPK. O segundo fator foi o solo, com 2 níveis. Cada tratamento consistia de um nível de adubação com N combinado com um tipo de solo. Tivemos então 10 tratamentos repetidos 4 vezes, totalizando 40 unidades amostrais (2 solos x 5 níveis de adubação x 4 repetições-blocos).

Os resultados foram submetidos a análise de variância. Inicialmente foram avaliados quanto à homogeneidade de variâncias pelo teste de Bartlett. Quando o teste revelou uma não homogeneidade, essas variáveis tiveram os seus dados transformados ( $\log_{10} x$ ) para posterior análise, com Teste F (Quadro 01). As variáveis que revelaram diferenças significativas foram testadas pelo teste de “t” a nível de 5% de probabilidade. Foi realizada também a análise de regressão entre as variáveis dose de N e CAP. Como entre os blocos houve diferença significativa, também foi feita análise de regressão para as variáveis de solo (pH, teores de P e Ca) e da folha (teores de Ca, P e B) que mostraram correlação com o incremento em CAP.

QUADRO 01. ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA CIRCUNFERÊNCIA A ALTURA DO PEITO (CAP), ALTURA TOTAL (Ht) E TEOR FOLIAR DE NITROGÊNIO EM ÁLAMO, PARA PRIMEIRO E SEGUNDO ANOS DE AVALIAÇÃO.

G. L.		Quadrados médios					
Fonte de Variação		Cap 1º ano	Cap 2º ano	Ht 1º ano	Ht 2º ano	N 1º ano	N 2º ano
Dose N	4	0,0879 <sup>ns</sup>	4,054 <sup>ns</sup>	0,010 <sup>ns</sup>	0,111 <sup>ns</sup>	7,408**	1,008 <sup>ns</sup>
Solo	1	52,212**	50,85**	0,308*	1,336**	8,649**	31,506*
Blocos	6	6,036**	32,552**	0,322**	2,012*	3,557**	16,825*
Int. Dose N x Solo	4	0,543 <sup>ns</sup>	1,881 <sup>ns</sup>	0,007 <sup>ns</sup>	5,961 <sup>ns</sup>	1,881 <sup>ns</sup>	5,961 <sup>ns</sup>
Erro	24	0,704	1,054	0,041	0,161	1,054	6,446
C. V. (%)		24,81	22,73	58,14	31,47	4,15	9,79
Qui-quadrado		0,770	4,253	3,799	3,226	7,758	3,837

\*\* Significativo a 1% de probabilidade

\* Significativo a 5% de probabilidade

<sup>ns</sup> Não significativo

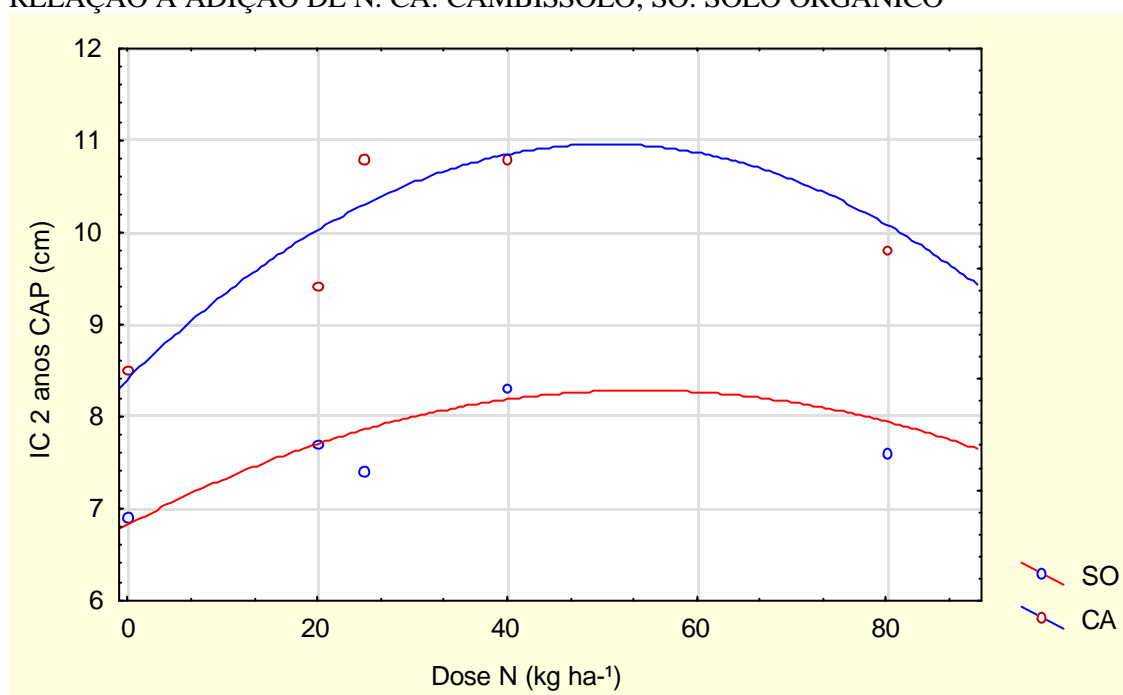


## 4.7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.7.1 CIRCUNFERÊNCIA A ALTURA DO PEITO (CAP) E ALTURA TOTAL (HT)

Os resultados obtidos indicaram que a adubação nitrogenada proporcionou pequeno acréscimo no CAP nos dois sítios (Figura 03).

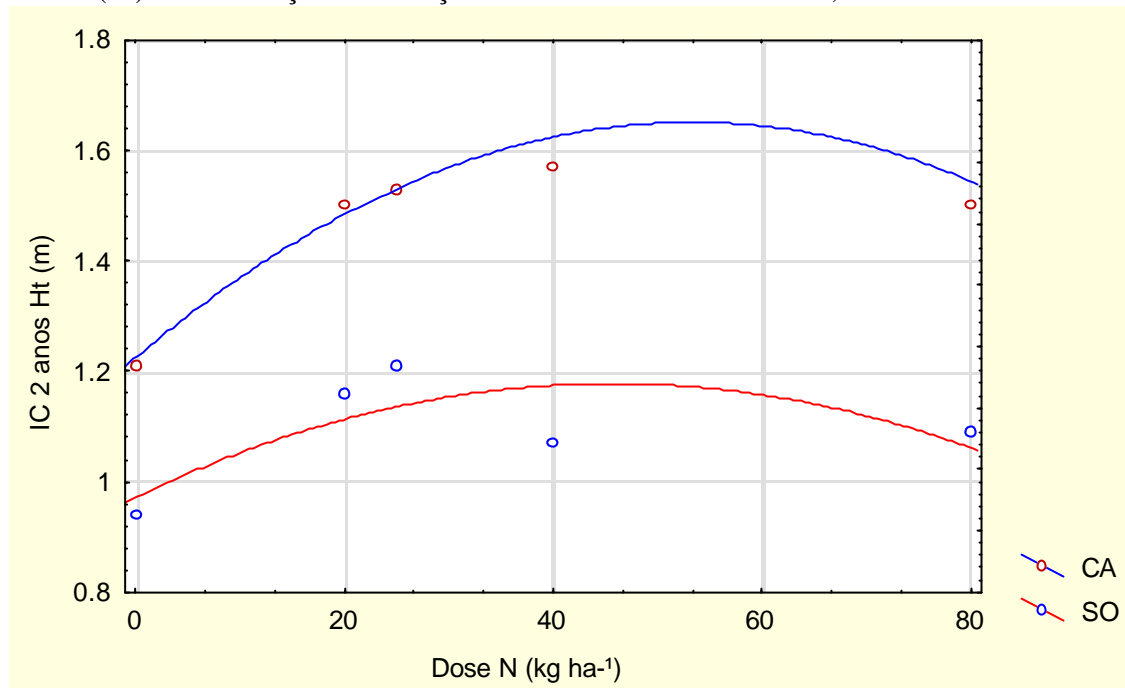
FIGURA 03. INCREMENTO CORRENTE EM CAP DE ÁLAMO APÓS 2 ANOS EM RELAÇÃO À ADIÇÃO DE N. CA: CAMBISSOLO; SO: SOLO ORGÂNICO



O mesmo ocorreu na altura de planta (Figura 04), com pequenos acréscimos e valores máximos próximos a dose de 40 kg ha<sup>-1</sup> N. Diversos autores indicam o N é como sendo o principal nutriente para o estabelecimento dos plantios de álamo, havendo respostas à sua adição (Jobling, 1990; Ente Nazionale per la Cellulosa e per la Carta, 1987; Stanturf et al, 2001; Dickmann et al, 2001; Driesshe, 1999; Brown and Driesshe, 2002, Johnson & Zhao, 2004).

De acordo com os resultados, a dose ideal de N está em torno de 50 kg ha<sup>-1</sup>

FIGURA 04. INCREMENTO CORRENTE EM ALTURA TOTAL DE ÁLAMO APÓS 2 ANOS (Ht) EM RELAÇÃO À ADIÇÃO DE N. CA: CAMBISSOLO; SO: SOLO ORGÂNICO



A pequena resposta a aplicação deve-se provavelmente ao elevado teor de matéria orgânica do solo utilizado (Tabela 02), principalmente no que se refere ao solo orgânico de várzea (SO), que possibilita uma elevada liberação de N. Ainda, a passagem de condição anaeróbia para aeróbia com drenagem do solo orgânico, tenha propiciado um elevada decomposição nos primeiros anos, o que ocasionaria uma grande liberação de N. Não pode ainda ser descartada a possibilidade de haver outros fatores limitantes ao crescimento da planta, afetando negativamente a resposta a adubação nitrogenada.

Apesar da pequena resposta aos tratamentos, verificou-se, contudo, uma grande variação no desenvolvimento das plantas, entre sítios utilizados (Quadro 01). No sítio CA, as médias de incremento foram de 3,8 a 4,9 cm em CAP no primeiro ano e 8,5 a 10,8 cm em CAP após dois anos. No sítio SO os incrementos em CAP foram de 1,8 a 2,9 cm e 6,9 a 8,4 cm respectivamente para o primeiro ano e após dois anos, respectivamente. Os incrementos em altura total variaram de 0,35 a 0,51 e 1,21 a 1,57 m para o primeiro e após dois anos

respectivamente no CA. Já em SO as alturas variaram de 0,25 a 0,3 m e 0,94 a 1,21 m para o primeiro ano e após o segundo ano respectivamente. (anexos 1 e 2)

Logo, os resultados obtidos contrariam a idéia de que os melhores sítios de crescimento do álamo são solos de várzea, visto que os maiores crescimentos foram obtidos no solo de encosta (CA), mais elevado (Figuras 3 e 4). Isso pode ser explicado por esse solo ter sido cultivado anteriormente com soja e milho, o que lhe confere melhores características físicas e químicas. Também tem naturalmente uma melhor profundidade para as raízes explorarem, o que não ocorre no SO, que além de uma fertilidade menor, pode ter problemas para um enraizamento profundo, em virtude de acidez excessiva, lençol freático alto e camadas de impedimento (gleis). Assim, os resultados sugerem que a escolha de solos de várzea para implantação de álamo em regiões semi-áridas como Chile e parte do mediterrâneo, não se aplica as condições do centro sul do Paraná, onde elevada precipitação pode fornecer água suficiente para crescimento das plantas.

No geral, o desenvolvimento foi baixo. Na mesma propriedade e com o mesmo clone, em outro experimento, Otto (2001) obteve incrementos de 6,6 cm e 0,97 m em CAP e Ht, respectivamente no primeiro ano para a dose de 45 kg de N.ha<sup>-1</sup>, e a testemunha ficou abaixo de 1,5 cm e 0,23 m para CAP e Ht. Após dois anos, com a mesma dose as árvores obtiveram um incremento de 17,7 cm e 3,24 m e a testemunha 7,4 cm e 1,56 m em cap e altura total, respectivamente (tabela 01). Esses últimos números foram semelhantes à média geral de incremento do experimento em questão. Birler (1994) determinou índices de sítio para um clone euroamericano na Turquia, e para sitio 3 (de 1 a 4, em ordem decrescente de qualidade) o incremento nesse mesmo espaçamento e período de crescimento deveria ser de 20 cm em CAP e 4 m em Ht. Sendo assim, os resultados aqui obtidos podem ser comparáveis a um sítio de nível 4. É provável que o crescimento não está sendo limitado pelo elemento N, mas por outros fatores do solo.

Conforme mostrado, o desenvolvimento das plantas foi superior no sítio CA, corroborando com maiores valores de pH e disponibilidade de nutrientes.

Apesar do presente trabalho não avaliar aspectos físicos, o histórico desse solo, com cultivos agrícolas melhora sensivelmente a qualidade do solo de um modo geral, enquanto que no sítio SO apenas foi feito o preparo sobre um campo nativo.

#### 4.7.2 TEORES FOLIARES

##### 4.7.2.1 Nitrogênio

Os resultados mostraram que houve diferença na concentração foliar para os diferentes tratamentos apenas no primeiro ano de tratamento, enquanto que no segundo ano as concentrações não diferiram significativamente (Tabelas 3 e 4), talvez por um efeito de diluição. É importante considerar que até 50% do N utilizado pelas plantas provém de ciclagem interna ocorrida no outono anterior (Ericsson et al, 1992) e sendo as mudas utilizadas provenientes de uma condição de excelente nutrição no viveiro, é provável que uma grande reserva de N nas mudas tenha contribuído para a não resposta no primeiro ano.

Os teores de N variaram de 23,4 a 27,9 g kg<sup>-1</sup> nos dois anos avaliados (Tabelas 02 e 03), estando tais valores de N entre 20 e 30 g kg<sup>-1</sup>, indicados como níveis adequados para a planta, dentro dos quais a resposta á adubação é incerta (Stanturf et al, 2001).

TABELA 03. TEORES FOLIARES DE N EM g kg<sup>-1</sup> PARA AS DIFERENTES DOSES DE ADUBAÇÃO, NO PRIMEIRO ANO DE CRESCIMENTO ÁLAMO NO MUNICÍPIO DE SÃO MATEUS DO SUL – PR. CA: Cambissolo; SO: Solo orgânico

Sítio	80 N	40 N	25:17:11 NPK	20 N	00 N	Média
CA	26,5A	25,4AB	26,5A	24,3BC	23,4C	<b>25,2</b>
SO	25,1a	24,1a	24,4a	24,5a	23,4a	<b>24,3</b>
Média	<b>25,8</b>	<b>24,7</b>	<b>25,5</b>	<b>24,4</b>	<b>23,4</b>	<b>24,7</b>

Médias seguidas da mesma letra na horizontal não diferem entre si a nível de 5%.

TABELA 04. TEORES FOLIARES DE N EM  $\text{g kg}^{-1}$  PARA AS DIFERENTES DOSES DE ADUBAÇÃO, NO SEGUNDO ANO DE CRESCIMENTO ÁLAMO NO MUNICÍPIO DE SÃO MATEUS DO SUL - PR

Sítio	80 N	40 N	25:17:11 NPK	20 N	00 N	Média
CA	24,23a	25,33a	26,53a	25,08a	24,05a	<b>25,04</b>
SO	27,90A	27,20A	25,53A	26,85A	26,60A	<b>27,90</b>
Média	<b>26,06</b>	<b>26,26</b>	<b>26,03</b>	<b>25,96</b>	<b>25,33</b>	<b>26,06</b>

Médias seguidas da mesma letra na horizontal não diferem entre si a nível de 5%.

Sendo assim, os valores de N encontrados indicam que o seu suprimento pelos solos avaliados foi suficiente para satisfazer a cultura, e o baixo desenvolvimento se deu possivelmente por outros fatores, como Ca, pH, e P. Com base nas relações N/K, N/P e até N/S proposta por Brown (1999), o nível de N encontra-se relativamente alto, sugerindo uma deficiência de outros elementos, principalmente P (Tabela 05).

TABELA 05. RELAÇÕES N/P FOLIARES DE ÁLAMO PARA PRIMEIRO E SEGUNDO ANOS, EM RELAÇÃO ÀS DIFERENTES DOSES DE ADUBAÇÃO. CA: CAMBISSOLO; SO: SOLO ORGÂNICO

	Sítio	80 N	40 N	25:17:11 NPK	20 N	00 N
1º ano	CA	19,3	18,9	18,9	18,0	17,6
	SO	19,9	20,0	18,8	19,7	18,6
2º ano	CA	19,4	18,1	21,7	16,7	18,5
	SO	19,9	18,8	16,7	17,9	19,0

#### 4.7.2.2 Fósforo

Embora não tenha sido detectado nenhum sintoma visual nas plantas, os teores foliares de P variaram de 1,20 a 1,41  $\text{g kg}^{-1}$  e 1,2 a 1,5  $\text{g kg}^{-1}$  no primeiro e segundo anos respectivamente (anexos 5 e 6). Tais valores indicam carência nutricional, visto que Driesshe (2000) considera uma concentração foliar adequada em torno de 2,5  $\text{g kg}^{-1}$ , com níveis críticos em torno de 1,6  $\text{g kg}^{-1}$  de P para o Álamo. Os baixos teores foliares corroboram com os baixos níveis do elemento encontrados em ambos os solos (tabela 02). A carência de P pode ser vista também pelo uso da relação N/P, que ficou acima de 18:1 (Tabela 05), pois

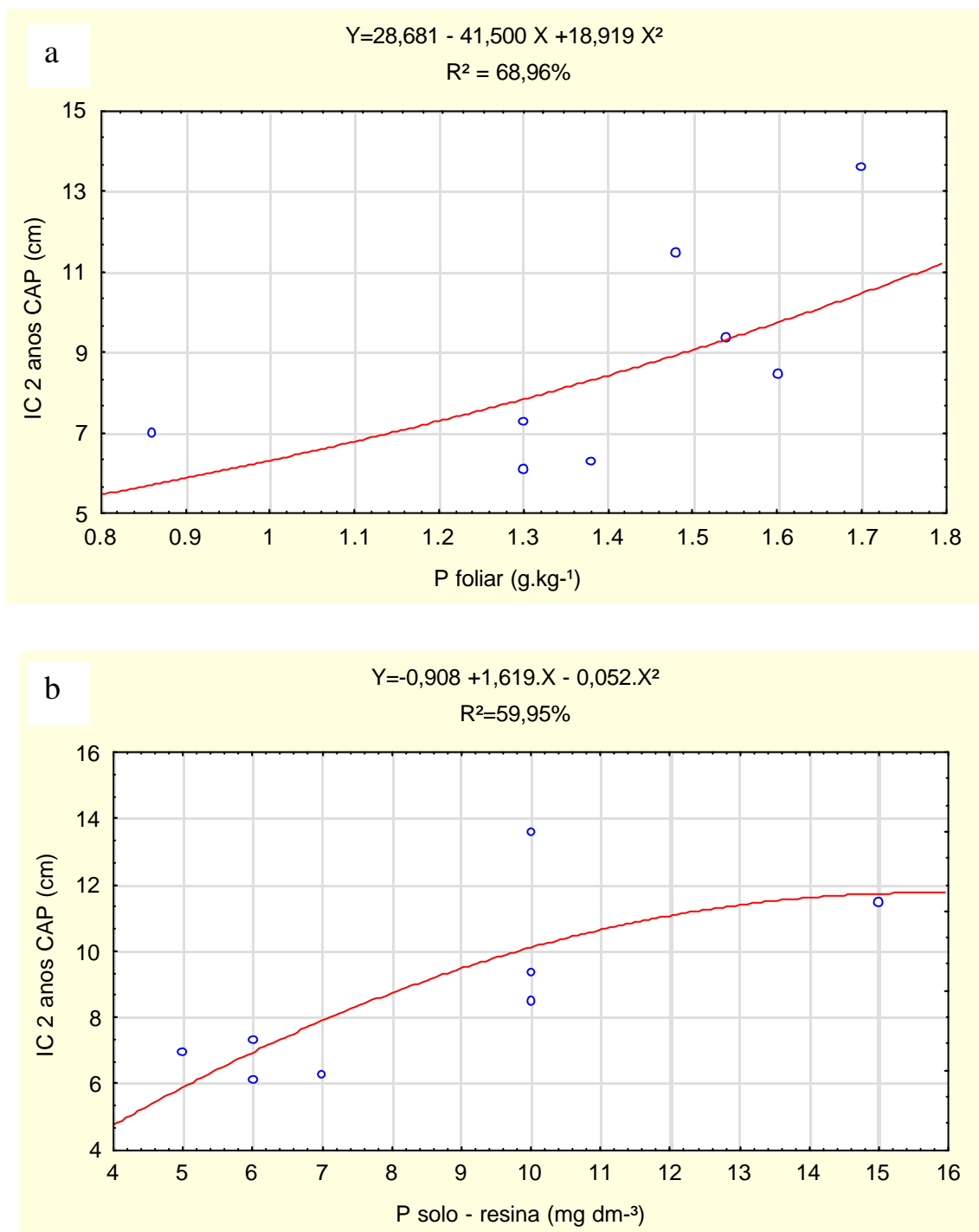
Stanturf et al (2001) cita que essa relação deve estar em torno de 10:1, indicando uma possível deficiência relativa desse elemento. Fiedler et al (1973) também citam que álamos bem nutridos em geral devem em  $\text{g kg}^{-1}$ , os seguintes teores foliares:  $\text{N} \geq 22$ ,  $\text{P} \geq 2$ ,  $\text{K} \geq 13$ ,  $\text{Mg} \geq 15$ .

Em viveiro as mudas tem um desenvolvimento excelente, chegando a 5 m de altura em um ano, em virtude do intenso manejo e adubação. Assim era esperado que reservas de P na muda poderiam auxiliar no crescimento inicial, visto que até 30% do P utilizado pela planta é reciclado internamente do outono anterior (Ericsson et al, 1992). Logo, a boa nutrição em viveiro em conjunto com a adubação de esterco na cova, não foi suficiente para suprir a necessidade da planta.

Também não houve efeito dos tratamentos no teor de P foliar, mesmo quando do uso da adubação completa. Tudo indica que a dose utilizada ( $15 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$ ) foi insuficiente, mesmo distribuída de forma concentrada em coroa.

A limitação do P no sobre o crescimento da planta ficou demonstrado com uma regressão entre P disponível do solo e teor de P na planta com o incremento em CAP (figuras 5a e b) e altura (dado não apresentado por ser semelhante ao resultado em CAP), confirmando os baixos níveis citados anteriormente. Os resultados indicam que é imprescindível a adequação dos teores de P antes da implantação da cultura, confirmando a maior exigência do álamo em solo comparativamente ao pinus (Garicoitz, 1990, Reissman & Wisniewski, 2000, Gonçalves et al, 2001). Logo, baixa disponibilidade de P é um dos prováveis fatores que contribuíram para o pequeno incremento em CAP e altura nos dois solos estudados.

FIGURAS 5A E B. AJUSTE DE COEFICIENTES PARA OS TEORES DE P FOLIARES DO 2º ANO E DE SOLO (CA E SO) E O INCREMENTO CORRENTE APÓS 2 PERÍODOS DE CRESCIMENTO DO ÁLAMO NO MUNICÍPIO DE SÃO MATEUS DO SUL – PR



#### 4.7.2.3 Potássio

Assim como N e P, os níveis de K foliar não foram afetados pela adubação nitrogenada. Os teores da folha (anexos 3 e 4) estiveram em níveis adequados para o desenvolvimento das plantas, conforme indicado por Stanturf et al (2001). Os teores foliares no sítio CA foram superiores ao SO (Tabela 06 e Anexos 2 e 3) nos dois anos avaliados, correspondendo com os níveis do solo, aonde, no SO os teores também foram menores que no CA, indo de 0,1 a 0,2  $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$  contra níveis de 0,25 a 0,61  $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ . Não foi observado, contudo, nenhuma relação entre os teores de K e o crescimento em CAP e altura total.

TABELA 06. TEORES FOLIARES DE K ( $\text{g kg}^{-1}$ ) EM ÁLAMO PARA PRIMEIRO E SEGUNDO ANOS EM RELAÇÃO AS DIFERENTES DOSES DE ADUBAÇÃO. CA:CAMBISSOLO; SO: SOLO ORGÂNICO

		80 N	40 N	25:17:11 NPK	20 N	00 N	Média
Sítio							
1º ano	CA	16,8	16,2	17,1	15,8	17,0	<b>16,6</b>
	SO	10,9	13,3	12,4	12,7	11,2	<b>12,1</b>
2º ano	CA	18,2	16,9	19,1	19,6	18,4	<b>18,4</b>
	SO	14,6	14,4	16,7	16,6	13,4	<b>15,1</b>

O tratamento com NPK não afetou os teores foliares de K (Tabela 06 e Anexos 3 e 4), dado possivelmente pelo solo apresentar teores adequados, além de que a dose pode ter sido insuficiente para provocar aumento do K foliar. Esses resultados sugerem que o K não está sendo um fator limitante ao desenvolvimento do álamo, mesmo sem adubação do mesmo (Jobling, 1990, Brown. 1999)

#### 4.7.2.4 pH e Cálcio

O pH do solo mostrou uma relação linear com o desenvolvimento das plantas, para pH entre 3,8 e 5,1, tanto para a CAP (figura 06) como para a Ht (figura 07), concordando com Jobling (1999), Dickmann (2001) e Brown (1999), indicando que o álamo é uma cultura sensível ao pH, necessitando de níveis



adequados para o seu bom desenvolvimento. Contudo, Brown e Driesshe (2002) trabalhando com álamos em solos com pH 4,9 e 6,0, valores estes superiores ao existente nos solos do presente trabalho, obtiveram correlação negativa para o crescimento em volume. Mesma resposta foi observada por Medeiros & Hope (2002) em vasos sob condição controlada. Tal diversidade de resultado pode estar relacionado com faixa de pH trabalhado, tipo de solo, clima e clone utilizado. Contudo, para os solos estudados, fica evidente a necessidade de uma adequação do pH para a implantação de povoamentos de álamo, visto a elevada acidez do solo trabalhado.

FIGURA 06. AJUSTE DE COEFICIENTES DE REGRESSÃO PARA INCREMENTO DE 2 ANOS EM CAP (IC CAP) E pH (CaCl<sub>2</sub>).

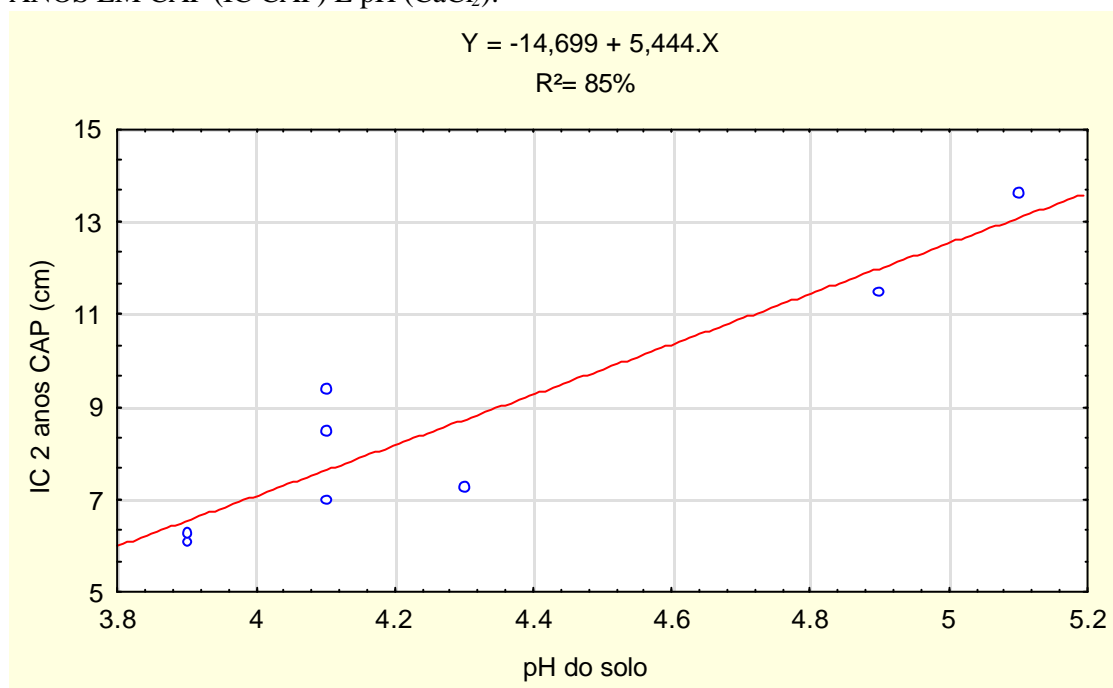
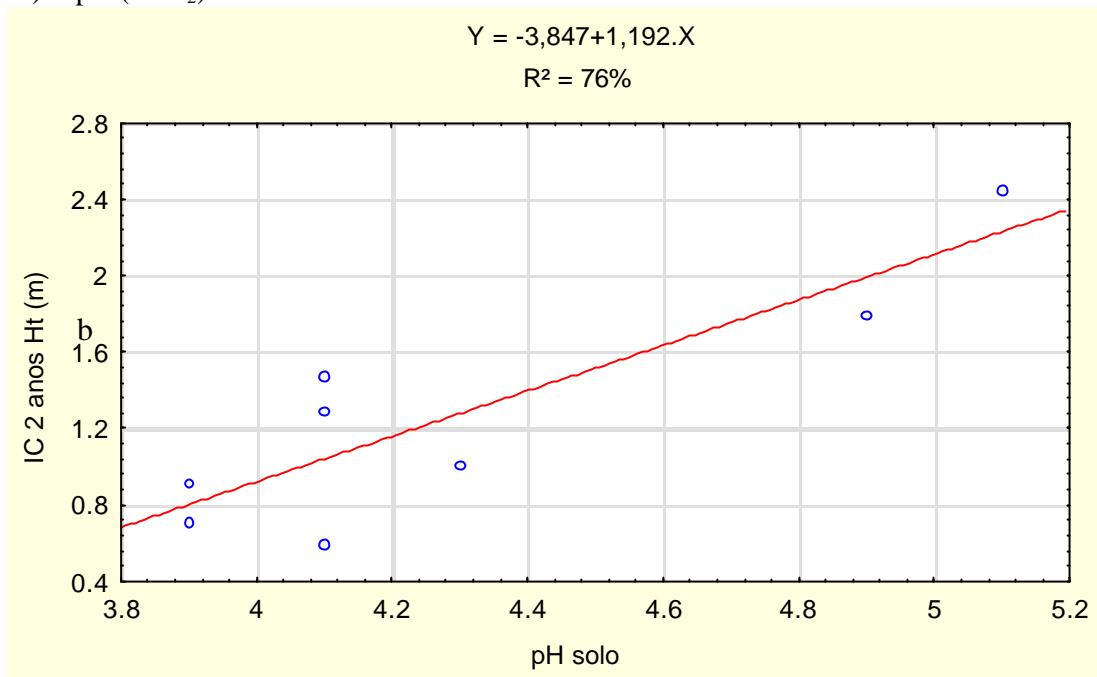
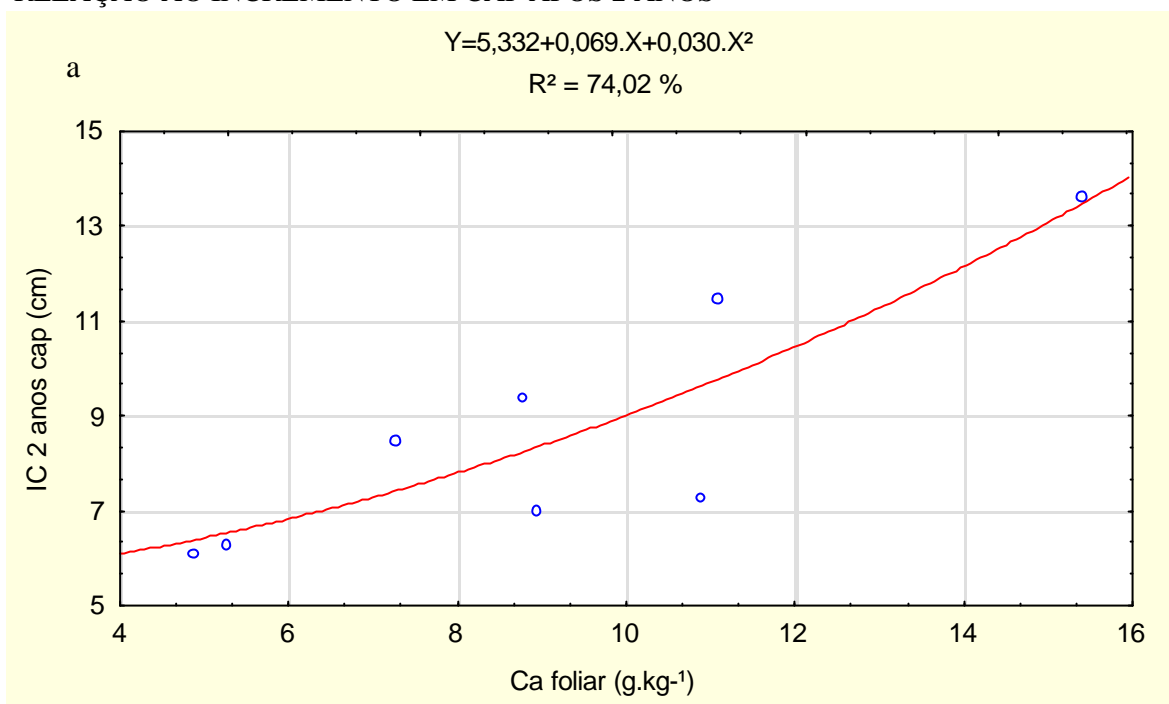


FIGURA 07. AJUSTE DE COEFICIENTES PARA INCREMENTO DE 2 ANOS EM Ht (IC HT) E pH ( $\text{CaCl}_2$ ).



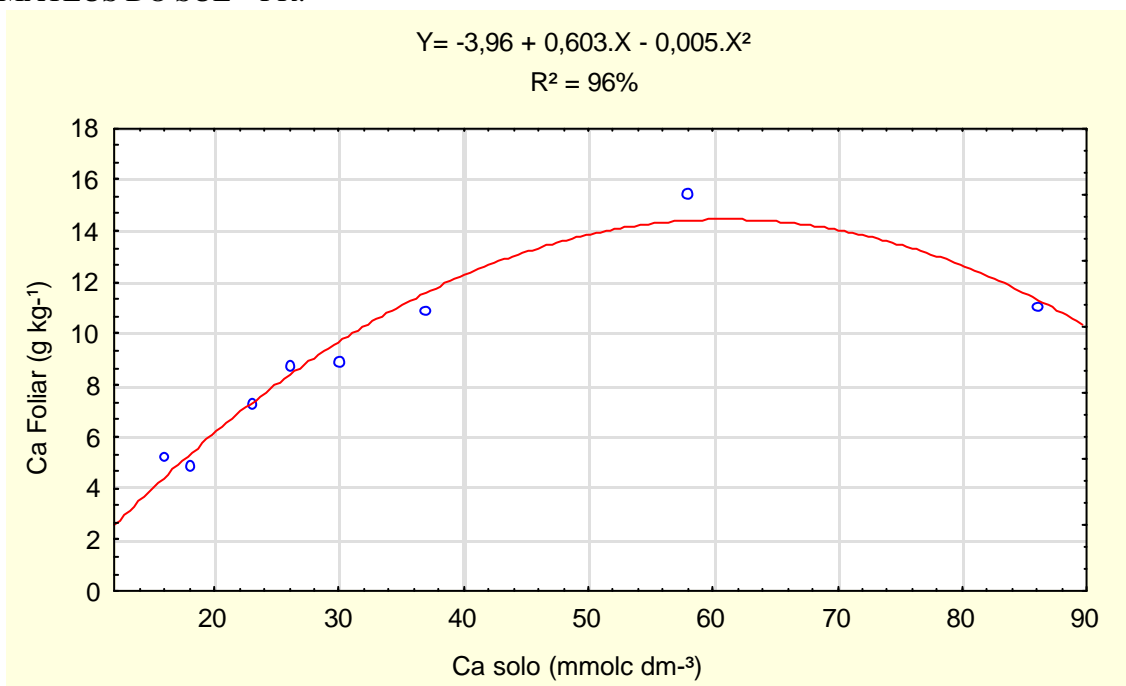
Para o Ca também houve correlação com o crescimento (figura 08). Tudo indica que o Ca está sendo um dos fatores mais limitantes para o desenvolvimento da cultura. Mesmo esses dois fatores tendo boa correlação com o crescimento, ao que tudo indica o Ca é o causador do crescimento. No SO, o maior incremento esteve em saturação de base baixa (15%) porém com um teor de Ca razoável ( $2,6 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ), sugerindo que esse elemento é o causador do maior incremento, em relação ao pH. No sítio SO, as plantas toleraram um pH baixo, contanto que houvesse uma disponibilidade de Ca adequada e também porque o Al, embora em saturação alta, não tem teores tão elevados em solução, comparativamente aos solos minerais (Evans e Kamprath, 1970), propiciando produções elevadas mesmo com pH 4,2 em solos turfosos (Millar, 1959). A alta CTC desses solos lhes confere um alto poder tampão que, mesmo a baixo pH, pode permitir uma boa disponibilidade de Ca. Para aumentar em poucos pontos o pH são necessárias grandes quantidades de corretivo (Canellas et al, 1999).

FIGURA 08. AJUSTE DE COEFICIENTES PARA OS NÍVEIS DE Ca FOLIAR EM RELAÇÃO AO INCREMENTO EM CAP APÓS 2 ANOS



O teor foliar de Ca da folha foi altamente correlacionado com os níveis do solo (Figura 09) .

FIGURA 09. RELAÇÃO ENTRE OS NÍVEIS DE Ca DO SOLO E OS SEUS TEORES FOLIARES NAS PLANTAS DE ÁLAMO DE DOIS ANOS, NO MUNICÍPIO DE SÃO MATEUS DO SUL – PR.



#### 4.7.2.5 Enxofre

Os teores foliares encontrados para esse elemento no segundo ano estiveram muito altos (Tabela 07), variando de 4,3 a 4,9 g kg<sup>-1</sup> em CA e 4,7 a 5,0 g kg<sup>-1</sup> em SO, aos teores foliares normalmente de 1 a 2 g kg<sup>-1</sup> citado como adequados para as plantas (Malavolta, 1989, Marschner, 1995). Confirmando os elevados valores de S na folha Brown & Driessche (2002) observaram valores médios de 1,1 g kg<sup>-1</sup> para segundo ano e até 1,5 mg kg<sup>-1</sup> para primeiro ano. Não foram observados sintomas visuais de deficiência nutricional ou toxidez causado por desbalanço dado ao elevado teor de S na plantas sugerindo que tais valores estejam relacionados a condição de solo e planta na região.

TABELA 07. TEORES FOLIARES DE S (g kg<sup>-1</sup>) EM ÁLAMO NO SEGUNDO ANO EM RELAÇÃO AS DIFERENTES DOSES DE ADUBAÇÃO. CA:CAMBISSOLO; SO: SOLO ORGÂNICO

		80 N	40 N	25:17:11 NPK	20 N	00 N	Média
Sítio							
2º ano	CA	4,4	4,4	4,7	4,3	4,9	<b>4,4</b>
	SO	4,5	5,0	4,7	4,8	4,8	<b>4,8</b>

#### 4.7.2.6 Boro

Os resultados obtidos mostram que não houve alteração do teor foliar de B em função da adubação. Contudo, constatou-se uma grande diferença entre os teores foliares do álamo cultivado nos sítios SO e CA. A concentração foliar desse elemento foi maior no sítio CA, variando de 32,2 a 37,48 mg kg<sup>-1</sup> nos dois anos avaliados, valores estes considerado normais para a maioria das plantas (Marschner, 1995). Já, no sítio SO esses teores variaram de 9,5 a 14,5 mg. kg<sup>-1</sup>, indicando uma provável deficiência, apesar de não terem sido detectados sintomas visuais. O decréscimo de incremento nos maiores teores deste elemento devem estar relacionados com as características do solo que proporcionaram o maior teor de B, como o baixo pH.

TABELA 08. TEORES FOLIARES DE B ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) EM ÁLAMO PARA PRIMEIRO E SEGUNDO ANOS EM RELAÇÃO AS DIFERENTES DOSES DE ADUBAÇÃO. CA:CAMBISSOLO; SO: SOLO ORGÂNICO

		80 N	40 N	25:17:11 NPK	20 N	00 N	Média
1º ano	CA	32,2	35,4	34,0	35,0	32,2	<b>33,8</b>
	SO	9,5	14,1	11,2	11,8	13,1	<b>11,9</b>
2º ano	CA	36,58	36,68	37,00	32,73	37,48	<b>36,1</b>
	SO	14,33	13,40	14,25	14,23	12,43	<b>13,7</b>

Apesar de haver uma relação direta entre teor de matéria orgânica do solo e disponibilidade de B, deficiência de B em solos orgânicos e turfa tem sido constatada (Prasad e Byrne, 1974; Guaggio e Ramos, 1986). Estudos mais recentes identificaram uma possibilidade de adsorção de B na matéria orgânica com maior intensidade (Yermiyahu et al, 1995) quando da aplicação de compostos orgânicos no solo. Contudo, Marzadori et al. (1991) indicou aumento da capacidade de adsorção de B, com eliminação da matéria orgânica, resultante do recobrimento de óxidos ativos na adsorção de B.

A ocorrência de sintomas de deficiência de B, como encarquilhamento de folhas novas e perda de crescimento foram detectados e corrigidos com aplicação no viveiro implantado em solo de várzea do Iguaçu (Dados das Ind. Andrade Latorre S/A). Ainda, perda de dominância apical tem sido observada em algumas condições sugerindo a ocorrência de deficiência de B nos solos de várzea do rio Iguaçu.

Ao contrario do que foi observado na folha, no solo os valores desse nutriente variaram de 0,23 a 0,35  $\text{mg dm}^{-3}$  no sítio SO e de 0,28 a 0,58  $\text{mg dm}^{-3}$  para CA (Tabela 02), considerado valores normais (Raij et al, 1996). No sítio CA, os teores foliares mais altos se deram, além dos maiores teores do solo, provavelmente pela maior condição de enraizamento que este solo proporciona, conforme já comentado. Inversamente, no SO a absorção foi dificultada pelo baixo pH, que provavelmente dificultou o crescimento radicular, associado a solos mais rasos (observado a campo). Esses resultados indicam a necessidade de aplicação periódica de B, principalmente considerando-se que há a necessidade de elevação do pH.

#### 4.7.2.7 Manganês

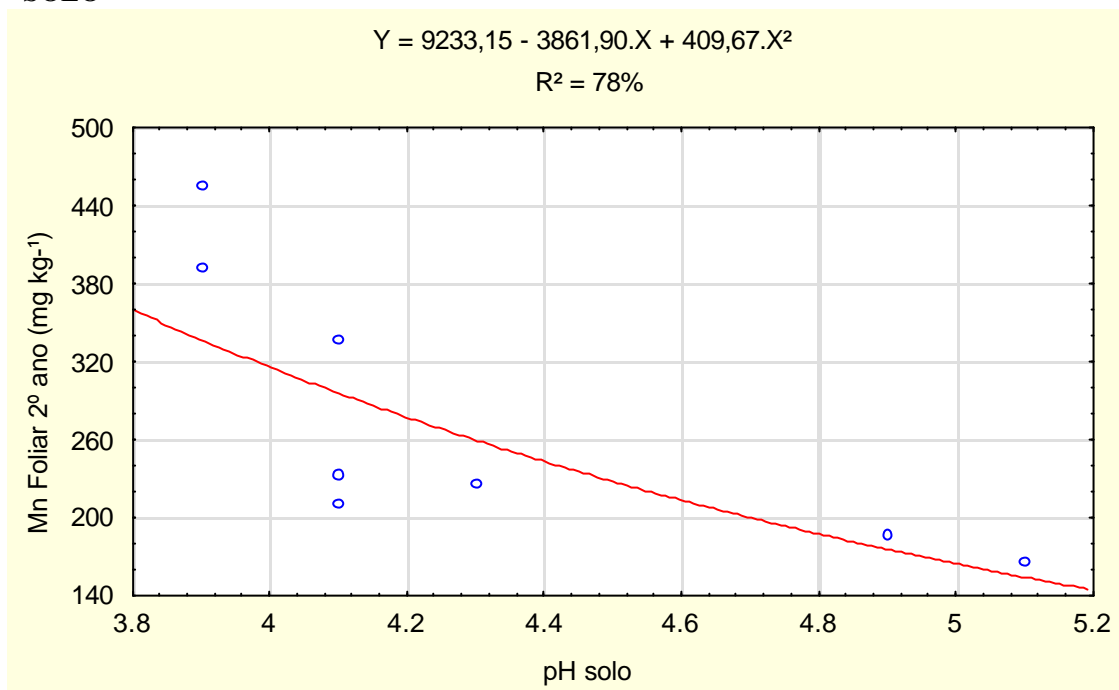
A adubação não alterou os teores do elemento na planta. Mas assim como B, grande diferença na concentração foliar foi observada entre os solos. Os maiores teores foliares de Mn ocorreram no sítio SO, com 275 e 355 mg kg<sup>-1</sup> para primeiro e segundo ano respectivamente, contra 169 e 197 mg kg<sup>-1</sup> do CA, para primeiro e segundo ano respectivamente. Os teores foliares de Mn do sítio CA são normais, enquanto que os do SO estão altos.

Inversamente aos teores foliares de Mn, os teores de Mn extraído do solo SO foram muito inferiores aos do CA (2,8 a 6,0 g dm<sup>-3</sup> contra 19,6 a 122,4 g dm<sup>-3</sup>). Dificuldade na determinação da disponibilidade de Mn do solo via extração química vem sendo reportada em diferentes condições (Shuman, 1980; Pavan e Myiazawa, 1984). Ainda, a disponibilidade desse elemento é provavelmente muito variável no perfil do solo, dado a condição de má drenagem no perfil, principalmente no sítio SO, visto que condição de redução pode elevar a disponibilidade de Mn (Ponnamperuma, 1987). Logo, a coleta de solo a 20 cm de profundidade não representa a disponibilidade do elemento para a planta. Melhores resultados foram obtidos quando se relacionou a produtividade da soja com o resultado da extração química de Mn das camadas inferiores a 15 cm (Robertson et al., 1973).

Constatou-se uma correlação inversa entre os teores de Mn foliar e os incrementos em CAP (Figura 11) e Ht (dados não mostrados por serem semelhantes ao resultado de CAP), indicando que possivelmente esteja havendo um efeito fitotóxico do elemento, resultante do baixo pH e ambiente de redução. Sugerindo assim que os valores de Mn encontrado na folha estavam em níveis muito alto para a cultura. Também esse efeito pode ser indireto, em função do pH, pois há uma correlação inversa entre pH do solo e teor foliar de Mn (Figura 10). Logo, adequação da acidez via calagem poderá ser indicada para diminuição do teores foliares de Mn, assim como fora observado em outras culturas por Melsted et al., 1963; Jackson et al., 1966; Assmann, 1995; Pauletti, 1995; Quaggio et al., 1998; Caires et al., 2003. Todavia, calagem isolada pode não ser a

solução caso o problema seja com drenagem, havendo necessidade de uma drenagem mais eficiente.

FIGURA 10. AJUSTE DE COEFICIENTES PARA OS NÍVEIS DE Mn FOLIAR E pH DO SOLO



#### 4.7.2.8 Outros nutrientes

A adição de N também não afetou a concentração de Mg, Fe, Zn e Cu (anexos 5 e 6). Esses elementos não tiveram correlação com o crescimento.

## 4.8 CONCLUSÕES

- A adição de N teve pequeno efeito sobre o crescimento das plantas de álamo nas condições do trabalho. O efeito pode ter sido afetado por outros fatores, como pH, disponibilidade de P e Ca do solo.
- Para haver resposta á fertilização de N, devem ser levados em consideração níveis de outros elementos do solo, principalmente os teores de Ca, P, B e pH.
- Os solos de encosta apresentaram um desenvolvimento superior aos de várzea, contrariando a idéia de que aquele solo seria o ideal para a cultura.
- Face aos resultados encontrados, recomenda-se a correção imediata dos baixos níveis de pH e B do local do experimento, bem como uma análise geral da propriedade, para detectar e corrigir deficiências em tempo, principalmente antes da implantação dos povoamentos;
- Recomenda-se também o acompanhamento por um longo prazo o desenvolvimento das árvores tratadas, para observar resposta ao longo da rotação e possibilitar uma análise econômica da fertilização dos povoamentos.



#### 4.9 REFERÊNCIAS

- ASSMANN, T. S. **Influência da aplicação do calcário Irati (São Mateus do Sul - PR) nos teores de S, Cu, Fe e Zn na solo e na planta de milho.** Curitiba: UFPR, 1995. (Tese de mestrado)
- BALATINECZ, J.J, AND KRETSCHMANN, D. E. 2001.**Properties and utilization of poplar wood. In Poplar Culture in North America.** Part A, Chapter 9. Edited by D. I. Dickmann, J. G. Isebrands, J. E. Eckenwalder, J. Richardson. NRC Research Press, National Research Council of Canada, Ottawa, ON K 1 A 0R6, Canada. Pp. 277-291
- BIRLER, A. S. **A study of yields from I-214 poplars plantations.** Miscelaneous Puplication Series N° 5. Poplar and Fast Growing Forests Trees Research Institute, Izmit, Turquia, 1994. 74 p.
- BAUM C; MAKESCHIN F.. **Effects of nitrogen and phosphorus fertilization on mycorrhizal formation of two poplar clones (*Populus trichocarpa* and *P. tremula* x *tremuloides*).** -Zeitschrift Fur Pflanzenernahrung Und Bodenkunde. 2000. 163(5):491-497.
- BELANGER, MANION, P.D. and GRIFFIN, D. H. **Aminoacid content of water stressed plantlets of *Populus tremuloides* clones in relation to clonal susceptibility to *Hypoxylon mammatum* in vitro.** Ca. J. Bot. 68:66-29. 1990
- BINKLEY, D. **Forest nutrition management.** Wiley-Interscience, New York, 1986.
- BROWN, K. R, DRIESSCHE, van den. **Growth nutrition of hybrid poplars over fertilization at planting.** Canadian Journal of Forest Resourch. Vol. 32, 2002. p 226-232.
- BROWN, K. R. **Mineral Nutrition and fertilization of deciduous broadleaved trees species in British Columbia.** Research Branch. B. C. Ministry of Forests,. Victoria, B. C. Work. Pap. 42 p. 1999
- CAIRES, E.F.; BLUM, J.; BARTH, G.; GARBUIO,F.J. KUSMAN, M.T. **Alterações químicas do solo e resposta da soja ao calcário e gesso aplicados na implantação do sistema plantio direto.** **R. Bras. Ci. Solo**, Campinas, 27: 275 - 286, 2003.
- CANELLAS, L. P., SANTOS, G.A., AMARAL SOBRINHO. **Reações da matéria orgânica.** In: Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicis e subtropicais. Parte I, capítulo 05. Editado por G. A. Santos e F. A. O. Camargo. 1999.

CONAF. **Recurso Forestal**. Disponível em <http://www.conaf.cl> > Acesso em 14/08/04.

DICKMANN, D. I. **An overview of the genus *Populus***. In Poplar Culture In North America. Part A, Chapter 1. Edited by D. I. Dickmann, J. G. Isebrands, J. E. Eckenwalder and J. Richardson. NRC Research Press. National Research Council of Canada, ON K 1 A 0R6. Canada. pp 1-42. 2001

DICKMANN, D. I. ISEBRANDS, J. G., BLAKE, T. J., KOSOLA, K, and KORT, J. 2001. **Physiological ecology of poplars**. In Poplar Culture In North America. Part A, Chapter 1. Edited by D. I. Dickmann, J. G. Isebrands, J. E. Eckenwalder and J. Richardson. NRC Research Press. National Research Council of Canada, ON K 1 A 0R6. Canada. pp 1-42. 2001

DRIESSCHE, R. van den. 1999. **First year growth response of four *Populus trichocarpa* x *Populus deltoides* clones to fertilizer placement and level**. Can. J. For. Res. 29. 554-562.

DRIESSHE, R. van den 2000. **Phosphorus, copper and zinc supply levels influence growth and nutrition of a young *Populus trichocarpa* (Torr. and Gray) x *P. deltoides* (Bartr. ex. Marsh.) hybrid**. New For. 19: 143-147.

ECKENWALDER, J. E. 1996. **Systematics and evolution of *Populus***. In: Biology of *Populus* and its implications for management and conservation . Edit by R. F. Stettler, H. D. Bradshaw, Jr. P. E. Heilman and T. M. Hinckley. NRC Research Press, Ottawa. pp . 7-32.

ENTE NAZIONALE PER LA CELLULOSA E PER LA CARTA. **Pioppicoltura**. Roma, 1987. - 70 p.

ERICSSON, T., RYTTER, L. & LINDER, S. 1992. Nutritional dynamics and requirements of short rotation forests. In: Mitchell, C.P., Ford-Robertson, J.B., Hinckley, T. and Sennerby-Forsse, L. (eds.) **Ecophysiology of Short Rotation Forest Crops**, Elsevier Applied Science, London and New York, pp. 35-65.

EVANS, C. E. and KAMPRATH, E. J. **Lime response as related o percent Al saturation, solution Al, and organic matter content**. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., Vol 34, 1970, p 893-896.

FIEDLER, H. J., NEBE, W., HOFFMANN, F. **Forstliche pflanzenernährung und düngung**. Stuttgart. 1973. 481 p.

GARICOITS, L.S.L. **Estado nutricional e fatores do solo Limitantes do crescimento de *P. taeda* L. em Telêmaco Borba (PR)**. Curitiba:UFPR,

1990. (Tese de mestrado).

GONÇALVEZ, J. L. M., BARROS, N. F., NAMBIAR, E. K. S. and NOVAIS, R. F. **Soil and stand management for short rotation plantations**. In: Management of soil, nutrients and water in tropical plantations forests. Edited by Nambiar, E. K. S. and Brown, A. G. 1997. ACIAR Monograph No. 43 xii + 571 p. 1997.

GONÇALVEZ, J. L. M. **Recomendações de adubação para Eucaliptus, Pinus e espécies nativas**. Documentos Florestais. IPEF. 2001

GRUPO PERMANENTE DE TRABALHO EM NUTRIÇÃO E FERTILIZAÇÃO FLORESTAL. **Pesquisa em Nutrição e Fertilização Florestal**. Documentos, 13. EMBRAPA – URPFCs, 1983. Curitiba. 12 p

HARRINGTON, C. A. RADWAN M. A. DEBELL, S **Leaf Characteristics Reflect Growth Rates in 2-Year-Old *Populus* Trees**. Canadian Journal of Forest Research (1997) Chapter 7.

HARVEY, H. P. and Van Den DRIESSCHE. **Nutrition, xylem cavitation and drought resistance in hybrid poplars**. Tree Physiology, 17. 647-654. 1997, Heron Publishing – Victoria, Canada.

JACKSON, T.L.; WESTERMANN, D.T.; MOORE, D. P. The effect of chloride and lime on the manganese uptake by bush beans and sweet corn. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, Madison, 30:70-73, 1966.

JOBLING, J. **Poplars for Wood Production and Amenity**. Forestry Commission, HMSO Publications. Londres, 1990. P 38-52.

JOHNSON, J. D. and ZHAO, S. **Nitrogen use efficiency and productivity of hybrid poplars: clonal differences related to parentages**. 22º International Poplar Commission. Abstracts of submitted papers. 2004.

MACHADO, P. L. O. A. **Considerações Gerais Sobre a Toxicidade do Alumínio nas Plantas**. EMBRAPA – CNPS, 1997. Rio de Janeiro. P 2-10.

MALAVOLTA, E. **Avaliação do Estado Nutricional de Plantas: Princípios e Aplicações**. Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. Piracicaba. 201 p.

MARSCHNER, H. 1995. **Mineral nutrition of higher plants**. Academic Press, San Diego, CA, 889 p.

MAY DE MIO, L. L. **Identificação das principais doenças do Álamo (*Populus spp.*) e epidemiologia e controle químico da Ferrugem (*Melampsora***

*medusae* Thüm). Curitiba: FUPEF, 1997. 64 p. (Relatório técnico apresentado à Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná).

MEDEIROS, J. G. S. e HOPPE, J. M. **Efeito da aplicação de calcário em estacas de *Populus deltóides* Bart. ex Marsh cultivadas em vaso.** Revista Ciência Florestal. v12, n 2, 2002. p 161-167. Santa Maria.

MELSTED, S. W.; MOTTO, H.L.; PECK, T.R. Critical plant nutrient composition values useful in interpreting plant analysis data. **Agron. J.**, 61: 17-20, 1963

MILLAR, C. E. **Soil Fertility.** John Wiley & Sons, Inc., New York. Chapman & Hall, LTD., London, 1959.

OOSTEN, C. van, and ZABEK, L. M. **Fertilization of short rotation intensive culture (SRIC) hybrid poplars plantation in southwestern British Columbia, Canadá.** 22º International Poplar Commission. Abstracts of submitted papers. 2004.

OTTO, G. M., **Comparação de dois tipos de fertilização em *Populus spp.* no município de São Mateus do Sul-PR.** 2003. Dados não publicados. Acervo das Indústrias Andrade Latorre S/A.

PADRÓ, A. **Es primordial apostar por la calidad.** Chile Forestal, ano XXIV, n. 275. P 13-15. Set. 1999.

PAULETTI, V. **Avaliação nutricional de dois cultivares de milho (*Zea Mays* L ) sob diferentes níveis de alumínio no solo.** Curitiba: UFPR, 1995. (Tese de Mestrado).

PAVAN, M. A., MIYAZAWA, M. Disponibilidade de manganês no solo: dificuldades e problemas na interpretação da análise para fins de fertilidade. **R. Bras. Ciência Solo**, Campinas, 3: 155-178, 1984.

PONNAMPERUMA, F.N. Electrochemical changes in submerged soils and the growth of rice. In: Brady, N.C. Soils and rice. Los Banos-Philippines, International Rice Research Institute, 1987. p.421-441.

PRASAD, M.; BYRNE, E. Boron source and lime effects on the yield of three crops grown in peat. **Agron. Journal**. 67: 553-556, 1974.

QUAGGIO, J.A. & RAMOS, V.J. Resposta da batata à calagem e Boro. **R. Bras. Ci. Solo**, Campinas, 10: 247 - 251, 1986.

QUAGGIO, J. A., GALLO, P.B.; FURLANI, A.M.C.; MASCARENHAS, H.A.

- A. Isoquants de produtividade de soja e sorgo para níveis de calagem e molibdênio. **R. Bras. Ci. Solo.** 22: 337-334, 1998.
- RAIJ, B. van, CANTARELLA, H., QUAGGIO, J.A., e FURLANI, A. M. C. Editores. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo.** 2 ed. Campinas, Instituto Agrônomo e Fundação IAC, 1996. 285 p. Boletim Técnico 100
- RAIJ, B. Van, QUAGGIO, J.A. Métodos de análise de solo para fins de fertilidade. Campinas: Instituto Agrônomo, 1983. 31. (IAC. Boletim Técnico, 81).
- REISSMANN, C.B.; WISNIEWSKI, C. **Aspectos nutricionais de plantios de Pinus.** In. Goncalves, J. L. de M.; Benedetti, V. Nutrição e fertilização florestal. Piracicaba: IPEF, 2000. 136-162 p.
- ROBERTSON, W. K.; THOMPSON, L.G. & MARTIN, F.G. Manganese and Copper requirements for Soybeans. **Agronomy Journal**, Madison, 65: 641-644, 1973.
- ROCHA, H. O, RAUEN, M. J CARDOSO, A. **Levantamento Pedológico das Fazendas São Joaquim e São João Batista.** São Mateus do Sul, Paraná. 1999. 200 p. Acervo das Indústrias Andrade Latorre S/A.
- SANHUEZA, A. BOURKE, M. SCHULTZ, F. **Cultivo del Alamo** (Populus spp.). Parte 1. Corporacion Nacional Forestal, Chile, 1998. 132 p.
- SANHUEZA, A. **Podemos ser un país de referencia para el alamo y el sauce.** Chile Forestal, n. 283. P 42-45. jan. feb. 2001
- SHUMAN, L.M. Effect of soil temperature, moisture, and air-drying on extractable manganese, iron, copper, and zinc. **Soil Science**, Baltimore, 30(6): 336-343, 1980.
- STANTURF, J. A., OOSTEN, C. van, NETZER, D. A., COLEMAN, M. D. and PORTWOOD, C. J. 2001. **Ecology and silviculture of poplar plantations.** In Poplar Culture In North America. Part A, Chapter 1, 2001. Edited by D. I. Dickmann, J. G. Isebrands, J. E. Eckenwalder and J. Richardson. NRC Research Press. National Research Council of Canada, ON K 1 A 0R6. Canada. pp 1-42.
- WOOLFOLK, W. T. M. AND FRIEND, A. L. **Growth response of cottonwood to varied NH<sub>4</sub>:NO<sub>3</sub> ratios in enriched patches.** Tree Physiology 23, p 427-432, 2003. Heron Publishing, Victoria, Canada.

## **5. CAPÍTULO II – ADUBAÇÃO NITROGENADA EM SISTEMA SILVIPASTORIL ÁLAMO – CULTURAS DE INVERNO**

### **5.1 RESUMO**

O Álamo (*Populus spp.*) é uma cultura florestal de rápido crescimento que vem sendo cultivada comercialmente no sul do Brasil desde meados dos anos 90. Pelo amplo espaçamento utilizado e por ser caducifólia, no local de estudo seu cultivo é realizado em sistema silvipastoril, contribuindo para melhor uso do solo e abatimento do custo da madeira. Visando potencializar o crescimento de culturas de inverno e do álamo em sistema integrado, foi testada a adubação nitrogenada no município de São Mateus do Sul – PR. O experimento foi instalado em um solo orgânico, testando 5 doses de N (0, 20, 40, 80 e 160 kg ha<sup>-1</sup>) na forma de uréia aplicada antecipadamente na cultura consorciada de inverno, que foi a aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) e Azevém (*Lolium multiflorum* Lam.). Os resultados mostraram que, após um período de crescimento as árvores não apresentaram diferenças significativas para as variáveis circunferência a altura do peito (cap) e altura total. Para a matéria seca de aveia e azevém houve acréscimo linear na produtividade em função das doses de N. Pode-se concluir que para a idade de 8 anos a fertilização antecipada não traz benefícios, pelo menos no primeiro ano de fertilização, porém a ciclagem de nutrientes e o ganho de peso do gado com a melhora da pastagem podem trazer benefícios para a cultura a longo prazo.

Palavras Chave: Álamo, Sistema Silvipastoril, nitrogênio.

## 5.2 ABSTRACT

Poplars (*Populus spp.*) have been growing as commercial forest crop in southern Brazil since the last decade. To improve soil use and to reduce wood cost, poplar has been integrated with grazing cattle. Two major characteristics contributes for the integration of poplar with grazing cattle: the low plant density and the absence of leaves during winter. Aiming to enhance food supply and forage quality to cattle as well as tree growth within integrated system, a fertilizer trial was evaluated, using an eight-year old poplar plantation, located at São Mateus do Sul - PR. Five N rates (0, 20, 40, 80 and 160 kg ha<sup>-1</sup>. yr), in urea form, were applied to black oat (*Avena strigosa* Schreb), in 2003, and ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.), in 2004, submitted twice to direct grazing. The N application to the winter crop did not increase poplar growth (tree height and circumference at breast height after two years), suggesting low residual effect of N. However, N application promoted a linear increment of dry matter yield for both winter grazing pasture for two years. In addition, increment of nutrient concentration in the forage was noticed, indicating an improvement of forage quality, especially N. Increment on dry matter yield and/or nutrient concentration in the winter forage increased nutrients uptake and nutrient cycle. So, earlier N addition to winter crop was not able to enhance poplar growth, at least at initial years of evaluation, but the nutrient cycling and the weight gain of livestock with better pasture could bring benefits for poplar culture at long term.

### 5.3 INTRODUÇÃO

Diferentemente de outras espécies florestais cultivadas no Brasil, como pinus e eucalipto, o álamo vem sendo plantado em espaçamento muito elevado (30 a 36 m<sup>2</sup>/árvore) e sendo uma espécie caduca (perde as folhas de maio a setembro), permite o estabelecimento de culturas de anuais de inverno e de verão sob canopi nos primeiros anos de implantação. Mas, como a maioria dos plantios de álamo estão em várzeas úmidas sujeitas a freqüentes inundações durante o período de verão, o plantio de cultivos agrícolas torna-se muito arriscado, inviabilizando-os, além de existir a possibilidade de danos as raízes do álamo durante o plantio da cultura de verão a partir do segundo ano. Já o plantio de pastagens perenes ou anuais durante o inverno, tem sido viável mesmo quando em estágio avançado de desenvolvimento.

Sanhueza et al (1998), cita que no Chile consórcio de álamo com atividades agrícolas até o terceiro ano de plantio e pastagem após essa idade podem melhorar notoriamente a rentabilidade do sistema, fornecendo ao produtor rendas extras antes da colheita da madeira. Da forma como é cultivado no local deste estudo, em sistema silvipastoril, a adubação repõe a exportação pelo pastoreio e aumenta a produtividade tanto do reflorestamento como da atividade pecuária



## **5.4 OBJETIVOS**

Face a carência de informações sobre o efeito da adubação em sistemas silvipastoris, o presente trabalho estudou o efeito residual do nitrogênio aplicado no pasto de inverno (aveia e azevém) no aumento da produção de madeira de Álamo, definindo uma adubação nitrogenada antecipada para o Álamo, melhorando o aproveitamento do fertilizante e da pastagem, reduzindo o alto custo de manutenção do povoamento florestal.

## 5.5 REVISÃO DE LITERATURA

O uso de fertilizantes nitrogenados em pastagens objetiva aumentar a sustentabilidade do negócio, aumentando a longevidade da pastagem, a rentabilidade e a flexibilização do manejo na fazenda, utilizando melhor as áreas de pasto e deixando outras áreas para cultivos agrícolas (Martha Júnior et al, 2004). Os mesmos autores citam que a adoção de adubação nitrogenada em pastagens pelos produtores ainda é limitada devido á cultura do pecuarista de não adubar pastagens, seja pelo baixo desempenho bioeconômico, seja pela alta variabilidade de resposta do pasto e do animal a esse insumo, provavelmente provocados pelas interferências de clima e solo na resposta a adubação.

A intensificação da produção animal, pelo uso de adubo nitrogenado em culturas de inverno, tem sido observada em integração lavoura-pecuária, proporcionando grandes acréscimos na taxa de animais por área, e conseqüentemente aumento no ganho de peso por área (Assmann, 2001; Embrapa 2004a). Assmann (2002) indicou que o uso de 200 kg ha<sup>-1</sup> N foi suficiente para atingir 500 kg ha<sup>-1</sup> de peso vivo, em um período de pastejo, com forrageiras de estação fria.

Ainda, benefício do uso de N aplicado a cultura de inverno sobre a cultura de verão tem sido observado em diferentes condições (Flecha, 2000; Santi et al, 2003, Assmann et al., 2003; Amado et al, 2003). Assim, adubação da cultura de cobertura pode aumentar não apenas a produtividade da forrageira de inverno e conseqüentemente o ganho de peso animal, mas ainda pode propiciar a diminuição ou eliminar a necessidade da adubação da cultura de verão (Assmann e Assmann, 2002). Logo, em um sistema de integração lavoura-pecuária a adubação deve ser vista não apenas para uma cultura de cada vez, mas sim como um todo.

Outro benefício do aumento da produção da cultura de inverno está no aumento da ciclagem de nutrientes (Santi et al., 2003), diminuindo com isso a perda de nutrientes, em um período em que o álamo encontra-se em dormência.

Tais resultados, sugerem que adubação na pastagem de inverno possam afetar positivamente a cultura do álamo dentro da integração lavoura-pecuária.

Outro fator é que, tipicamente, apenas 10-30% do N aplicado é assimilado pelas árvores, como *P. trichocarpa*, *P. balsamifera*, *P. tremuloides* e *P. trichocarpa* x *P. deltoides*, contra uma eficiência superior a 50% dos cultivos agrícolas (Brown, 1999). Portanto, novas alternativas de formas de adubação merecem uma devida atenção, tanto pelo aspecto econômico como pelo ambiental, em função danos causados pela lixiviação de nitratos.

O nitrogênio é um dos nutrientes mais limitantes à cultura do Álamo (Jobling, 1994). Segundo Dickman et al (2001), o Álamo, principalmente seus híbridos, requer mais N em comparação com outras espécies florestais, e mesmo entre genótipos há diferenças de necessidades, devido à eficiência no uso de N. No geral, sua necessidade chega a mais de 100 kg ha<sup>-1</sup> em um ano de N, podendo chegar até a 250 kg.ha<sup>-1</sup>, com o pico da demanda por volta dos 5-6 anos de idade. Após esse momento, quando as copas fecham, é o momento indicado para a máxima fertilização com N. Segundo Dickman et al (2001), nesse momento a competição com a vegetação rasteira é menor.

Alguns estudos tem sido feitos para testar a viabilidade da aplicação antecipada do N e seu poder residual, porém somente em culturas agrícolas. Peixoto (2003) constatou que em milho, a adubação antecipada consiste em aplicar o N no pré plantio, ou seja, na cultura anterior de aveia, trigo, etc. Segundo o mesmo autor, estudos mostraram que, quando comparadas a adubação antecipada “versus” a tradicional em cobertura, sob condições climáticas normais, não houve diferença. Porém, em casos de excesso de chuvas, a tradicional apresentou melhores resultados. Já em condições de seca a antecipada obteve ligeira vantagem. Isso é explicado pela diferença na concentração do N no perfil do solo. Sob seca, a maior parte do N ficou retida nos primeiros 5 cm de solo e nesse caso a adubação antecipada forneceu mais N disponível às plantas. Já em excesso de chuvas, a maior parte do N ficou nas camadas mais profundas do solo e a adubação de cobertura proporcionou uma melhor distribuição ao

longo do perfil e conseqüentemente uma melhor resposta.

## 5.6 MATERIAL E MÉTODOS

### 5.6.1 LOCAL

O experimento foi instalado no Município de São Mateus do Sul, a 150 km de Curitiba, no sul estado do Paraná, na Fazenda São João Batista, de Propriedade das Indústrias Andrade Latorre S/A (Figura 01). O clima da região é Subtropical Úmido Mesotérmico, tipo Cfb (Köppen) com temperatura média entre 18 e 19° C, temperaturas médias máximas de 25° C e mínimas de 14° C, com várias e severas geadas por ano. A altitude do local é de aproximadamente de 750 m e a precipitação média anual é de 1600-1700 mm, com chuvas regularmente distribuídas.

O solo do local do experimento foi caracterizado por Rocha et al (1999), como Orgânico Sáprico álico epidistrófico muito mal drenado. Como preparo sofreu drenagem, com valas (drenos) de 1 m de profundidade de 50 m de distância entre si. Recebeu também correção de 30 Mg ha<sup>-1</sup> de calcário (calculado pelo método de saturação de bases – V=60%) e incorporação com grade aradora a 20 cm de profundidade em março de 1995. Na cova, que tinha dimensões de 25 x 25 x 90 cm, por ocasião do plantio das mudas ocorrido em julho de 1995, foram adicionados 2 kg/cova de cama de aviário e como adubo químico 600 g de superfosfato simples e 400 g de cloreto de potássio.

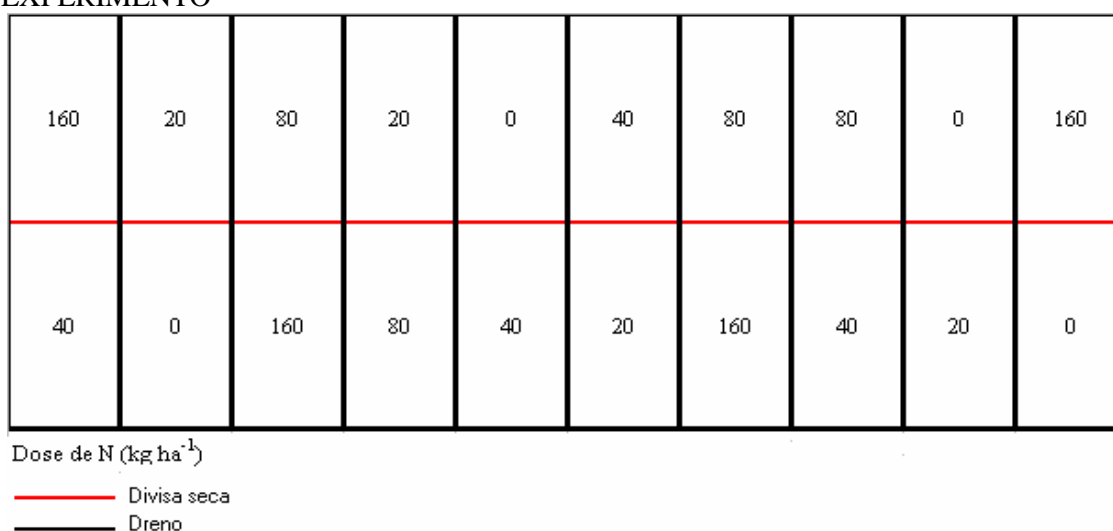
O clone utilizado foi o híbrido deltóide, com espaçamento 6 x 6 m, ou seja, 278 árvores/ha. Foram utilizadas mudas sem raiz (varas ou guias) de um ano com tamanho médio de 5 m de altura, sendo que cerca de 1 m ficou abaixo do solo quando do plantio. Do plantio até o quarto ano, a limpeza da área foi mantida com roçadas mecânicas, quando iniciou-se o pastoreio com gado, sempre com pastagem nativa.

## 5.6.2 INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO

### 5.6.2.1 Aveia

Como o terreno tinha sido previamente drenado em quadros de 1 ha, foram seleccionados 10 quadros (separados apenas pelos drenos) e posteriormente divididos ao meio, totalizando 20 unidades experimentais (Figura 11).

FIGURA 11. ESQUEMA DE DELIMITAÇÃO DAS UNIDADES AMOSTRAIS DO EXPERIMENTO



Foram então aplicadas diferentes doses de N (0, 20, 40, 80 e 160 kg.ha<sup>-1</sup>), na forma de uréia, com 4 repetições, em delineamento inteiramente casualizado.

Ao final do sétimo período de crescimento, em 20 junho de 2003, toda a área foi plantada com aveia preta em plantio direto nas entrelinhas do álamo, com uma taxa de 40 kg.ha<sup>-1</sup> de sementes. A avaliação da produção de matéria seca da aveia foi realizada no dia 11 e 12/08/03, utilizando-se de um quadrado de madeira de 0,5 m<sup>2</sup>, em 7 pontos aleatórios de cada unidade experimental, com retirada de toda a parte aérea da aveia, cortada a 5 cm do solo. Essas amostras foram secas ao ar até a estabilização do peso. Utilizando o mesmo procedimento, foi realizada uma segunda coleta de material, aproximadamente após um mês depois da primeira avaliação. Não foram avaliadas a produção de matéria seca

após o segundo pastejo, visto que o que se desejava no experimento era determinar a capacidade de suprir o gado.

Após a coleta de material de planta cerca de 400 cabeças de animais com peso entre 350 a 450 kg de peso vivo foram colocados em toda área e deixado até que as plantas fossem rebaixadas uma altura aproximada de 20 cm. O período de permanência dos animais variou de 4 a 7 dias.

A adubação nitrogenada foi parcelada em duas doses iguais, sendo a primeira aplicada após a emergência da aveia, que ocorreu cinco dias após o plantio. A segunda parcela foi aplicada após um mês de plantio. A uréia foi a lanço, com uma espalhadeira de adubo. A aplicação foi feita nas entrelinhas de do povoamento florestal e atingiu área total. Em função do inverno ter sido quente e seco, as aplicações de uréia eram feitas pela manhã, com bastante neblina.

#### 5.6.2.2 Azevém

O procedimento para o azevém foi feito no inverno de 2004. Em 22/04/04, com a mesma espalhadeira de adubo, foram semeados a lanço em torno de 35 kg/ha de sementes de azevém. A cobertura das sementes foi feita apenas soltando o gado na área para pisoteio e retirado após três dias, conforme sistema adotado no local. O primeiro parcelamento da dose de uréia foi feito 20 dias após a semeadura e o segundo um mês após o primeiro, repetindo-se os tratamentos nas mesmas unidades amostrais. Para a coleta da parte aérea do azevém foi realizado o mesmo procedimento da aveia. A primeira coleta foi realizada em 12/06/2004, um dia antes da entrada do gado, que ficou no local por 8 dias. Em 13/09/04, foram coletadas novamente as partes aéreas das plantas, que foram secas até a estabilização do peso. O gado foi solto novamente um dia após a coleta. Ambas as coletas foram secas ao ar e pesadas após a estabilização do peso.

### 5.6.3 AVALIAÇÃO DA CIRCUNFERÊNCIA A ALTURA DO PEITO (CAP) E ALTURA TOTAL (HT) DO ÁLAMO

No início do tratamento foram medidos aleatoriamente a CAP e altura de 20 árvores por unidade amostral, perfazendo 400 árvores avaliadas. As CAP's foram medidas com uma fita métrica e as alturas com um Hipsômetro de Haga. Em 09/07/2004, um ano depois, foram medidos novamente as CAP's e as alturas para comparar os incrementos. A média das 20 árvores foi utilizada como o valor da unidade amostral.

### 5.6.4 AMOSTRAGEM E ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO

Em março de 2003 foi coletada uma amostra de solo composta por 40 sub amostras, na profundidade de 0-20 cm., que foi analisada segundo metodologia descritas por Raij e Quaggio (1983).

A tabela 09 mostra o resultado da análise de solo do local do experimento.

TABELA 09. ANÁLISE DE SOLO DO LOCAL DO EXPERIMENTO PARA A PROFUNDIDADE DE 0-20 CM.

P resina mg.dm <sup>-3</sup>	M.O gdm <sup>-3</sup>	pH CaCl <sub>2</sub>	H + Al -----	Al -----	K -----	Ca cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	Mg -----	T -----	V %	Al %
53	128	4,8	13,5	0,5	0,10	8,0	4,0	25,6	47	4,0

### 5.6.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados coletados foram analisados pelo programa Mstat, segundo um delineamento inteiramente casualizado. O quadro 02 mostra a análise de variância para as variáveis CAP e matéria seca de aveia e azevém. Como as variáveis da árvore, CAP e Altura Total não mostraram diferença significativa entre os tratamentos, serão mostradas apenas os valores de CAP e massa seca de aveia e azevém. Inicialmente os dados foram submetidos a uma avaliação da homogeneidade de variâncias pelo teste de Bartlett, que mostrou que as variáveis massa seca de aveia e azevém requeriam transformação para poderem ser analisadas. Após a transformação dos dados para logaritmo de base neperiana, foram então realizados testes de comparação de médias



pelo teste t e também realizadas análises de regressão para ajustes de coeficientes entre adubação e produtividades de aveia e azevém e também para os a concentração dos nutrientes na folha de azevém em relação a aplicação de N.

QUADRO 02. ANÁLISE DE VARIÂNCIA DOS DADOS REFERENTES AS VARIÁVEIS CAPE E MATÉRIA SECA DE AVEIA.E AZEVÉM

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados médios		
		Cap	MS aveia	MS azevém
Tratamento	4	0,307 <sup>ns</sup>	0,335 <sup>ns</sup>	0,808**
Erro	15	0,9732	0,214	0,073
Coef. De variação (%)		33,61	7,48	4,63
Qui-quadrado		3,82 <sup>ns</sup>	7,628 <sup>ns</sup>	7,747

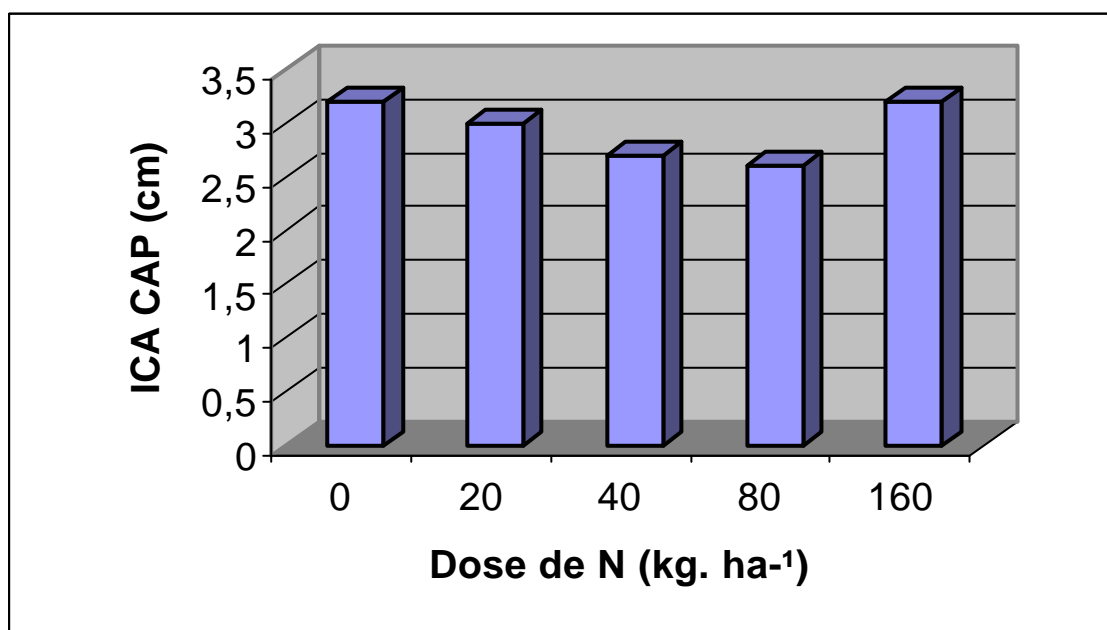
<sup>ns</sup> não significativo \*\* Significativo a 1% de probabilidade

## 5.7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.7.1 EFEITO RESIDUAL DO N SOBRE CAP

A Figura 12 a seguir indica que não houve diferença significativa entre os tratamentos, e que o incremento corrente anual em CAP variou de 2,6 a 3,2 cm, o que está muito abaixo do valor acima de 6 cm normalmente observado para cultura, em plantios semelhantes no local (Ind. Andrade Latorre, 2002). Em outros países, como na Turquia, em plantios com um clone híbrido euroamericano, no mesmo espaçamento, o valor é ainda maior, chegando a 8 ou 9, para sítios de nível 3 (escala de 1 a 4) e até 12 cm ao ano para sítios de nível 1 (Birler, 1994).

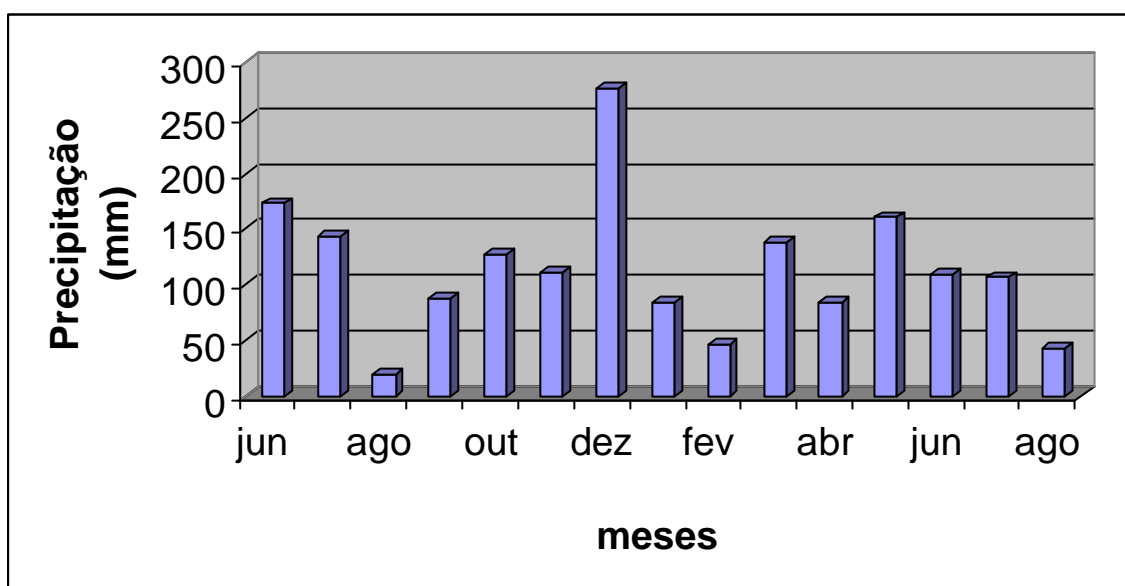
FIGURA 12. INCREMENTO ANUAL EM CAP (CM) NO PERÍODO DE JUN/2003 A JUN/2004, PARA AS DOSES DE N APLICADO A AVEIA, EM UM SISTEMA SILVIPASTORIL NO MUNICÍPIO DE SÃO MATEUS DO SUL – PARANÁ.



Uma explicação para o fato é que o inverno de 2003 foi mais quente e seco que o habitual e por isso o aproveitamento do efeito residual da uréia pode ter sido reduzido (Sangoi, 2003). A precipitação média mensal no local do

experimento no período de maio a setembro de 2003 foi de 90 mm (Dados da Empresa). No período de crescimento, a partir do mês de janeiro de 2004, também houve períodos de estiagem que podem ter interferido no desenvolvimento das árvores, com 85 mm em janeiro e 47 mm de chuva em fevereiro de 2004 (Figura 13)

FIGURA 13. PRECIPITAÇÃO EM SÃO MATEUS DO SUL, NO PERÍODO DE JUNHO DE 2003 A SETEMBRO DE 2004.



Outro fator é, que pela análise de solo do local (Tabela 09), o alto teor de matéria orgânica também pode ter mascarado a resposta à fertilização, pois a decomposição de parte dessa poderia suprir a demanda de N (Sangoi 2003). Não houve sintomas de deficiência em nenhum dos tratamentos, mesmo na testemunha. O local é sujeito á enchentes de até 1 mês de duração, porém há pelo menos 6 anos o local não sofre inundação, que poderia proporcionar perdas de N por desnitrificação. Podem haver outros fatores que estejam limitando o desenvolvimento das árvores como baixos níveis de B no solo, conforme já detectado em outros talhões da fazenda (dados da empresa).

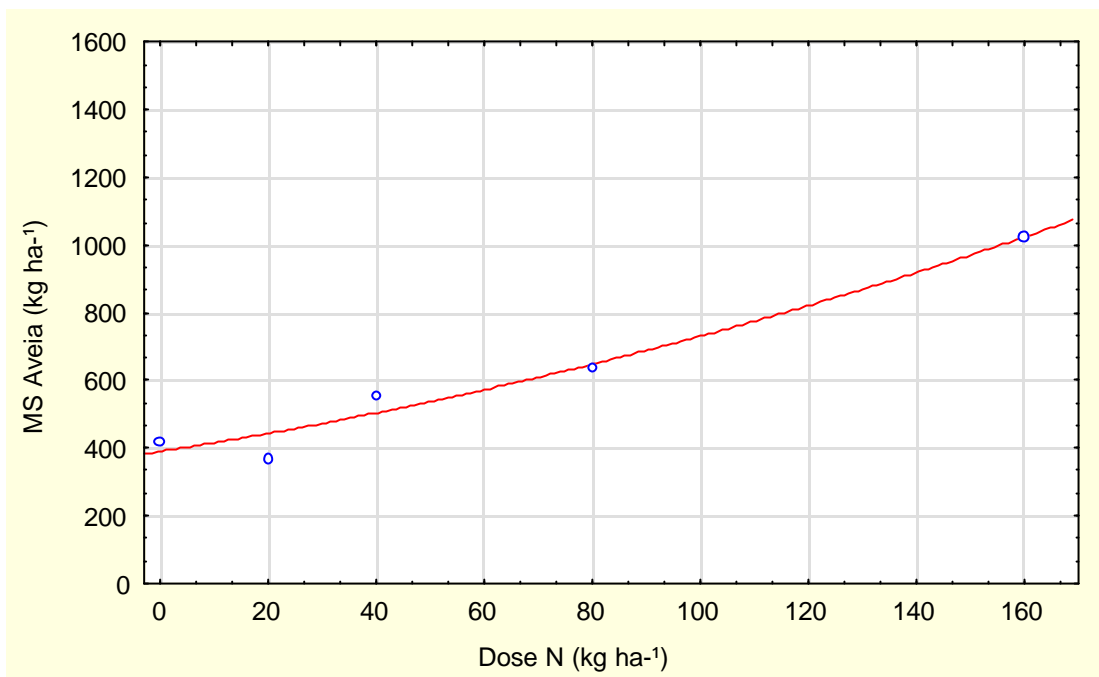
## 5.7.2 EFEITO DO N SOBRE PRODUÇÃO DA AVEIA E AZEVÉM

### 5.7.2.1 Aveia

A Figura 14 mostra a produção de matéria seca total de aveia, indicando acréscimo quadrático de matéria seca, concordando com Assmann (2002) e Alves (2002). Contudo, a produtividade média obtida está abaixo dos valores de 1000 a 1500 kg.ha<sup>-1</sup> de MS em 60 dias citado por Embrapa, (2004a), para plantios com 60-80 kg.ha<sup>-1</sup> de sementes. Também, Philipovski (1997) conseguiu produtividade superior em sistema silvipastoril com erva-mate, com 1408 kg ha<sup>-1</sup> MS de aveia. Ocorreram alguns fatores que provavelmente influenciaram na produtividade da aveia: a ocorrência de geadas logo após a primeira adubação prejudicou algumas repetições, principalmente as de maior dose de N; o uso de 40 kg ha<sup>-1</sup> de sementes; e a coleta até o segundo pastejo, que não mediu a totalidade da produção.

Outro fator que pode ter tido influência é que, conforme comentado anteriormente, o inverno de 2003 foi mais seco e quente que habitual, e a aplicação da uréia foi a lanço, o que pode ter ocasionado perdas por volatilização maiores que o normal (Bowmeester et al, 1985; Lara Cabezas et al, 1997; Sangoi, 2003; Martha Júnior et al, 2004), aliado ao fato de o álamo ser uma espécie caduca e no momento da fertilização o solo estava coberto com uma grande quantidade de folhas secas, que pode ter reduzido o contato da uréia com o solo, aumentando a volatilização (Sangoi, 2003)

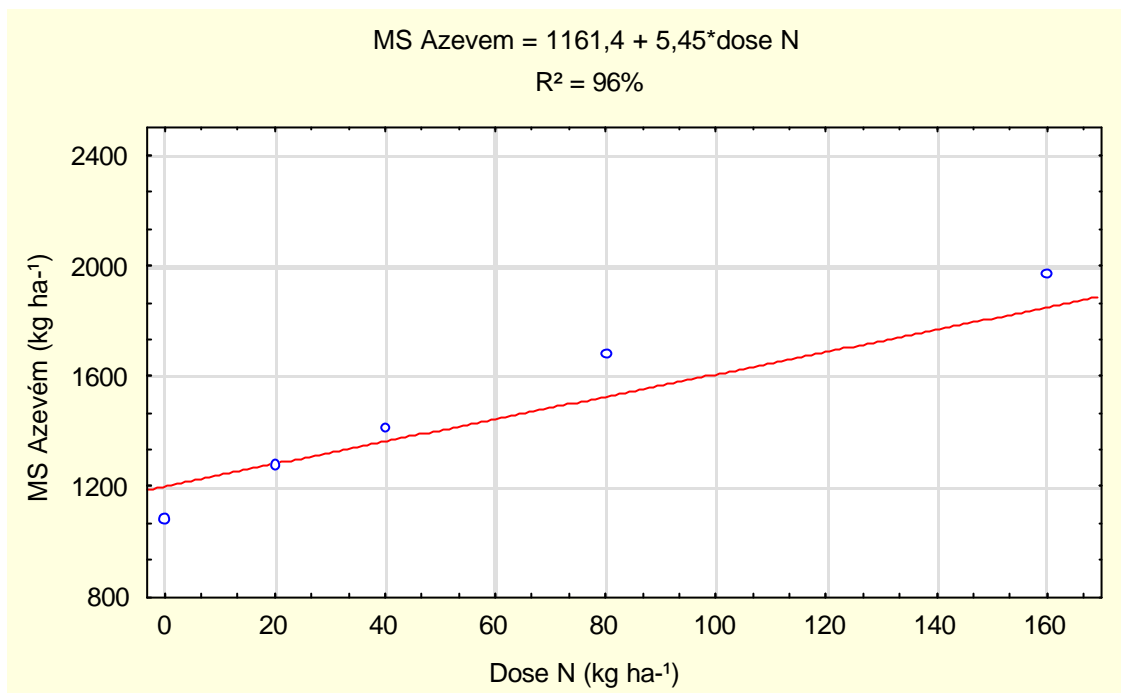
FIGURA 14. PRODUÇÃO DE MS DE AVEIA PARA OS DIFERENTES NÍVEIS DE N, EM SISTEMA SILVIPASTORIL NO MUNICÍPIO DE SÃO MATEUS DO SUL – PARANÁ.



#### 5.7.2.2 Azevém

A Figura 15 mostra a produção de matéria seca de azevém, que respondeu positivamente à adição de N, com um crescimento linear, sendo que o melhor tratamento foi o de 160 kg.ha<sup>-1</sup>, com 1978 kg.ha<sup>-1</sup> de MS e o pior foi a testemunha, com 1080 kg.ha<sup>-1</sup> de MS, o que indica que ainda pode ser usada uma dose maior de N. (Assman, 2002, Alves, 2002). Os valores estão abaixo do reportado por Embrapa (2004b), que vão de 2000 a 6000 kg.ha<sup>-1</sup> de MS, com 25 a 30 kg.ha<sup>-1</sup> de sementes e semelhantes aos 1580 kg ha<sup>-1</sup> MS conseguidos por Philipovsky (1997) em sistema silvipastoril com erva-mate. Como na aveia, a avaliação de MS não considerou o ciclo total, e sim até o segundo pastejo, o que pode explicar os valores baixos. Marchesan et al (2002) trabalhando com azevém, trevo branco e cornichão em área de várzea obteve em torno de 1000 kg ha<sup>-1</sup> de MS, e percebeu uma dependência do azevém à adubação nitrogenada quando as condições de temperatura não eram favoráveis.

FIGURA 15. PRODUÇÃO DE MS DE AZEVÉM, PARA OS DIFERENTES NÍVEIS DE N, EM UM SISTEMA SILVIPASTORIL NO MUNICÍPIO DE SÃO MATEUS DO SUL – PARANÁ.

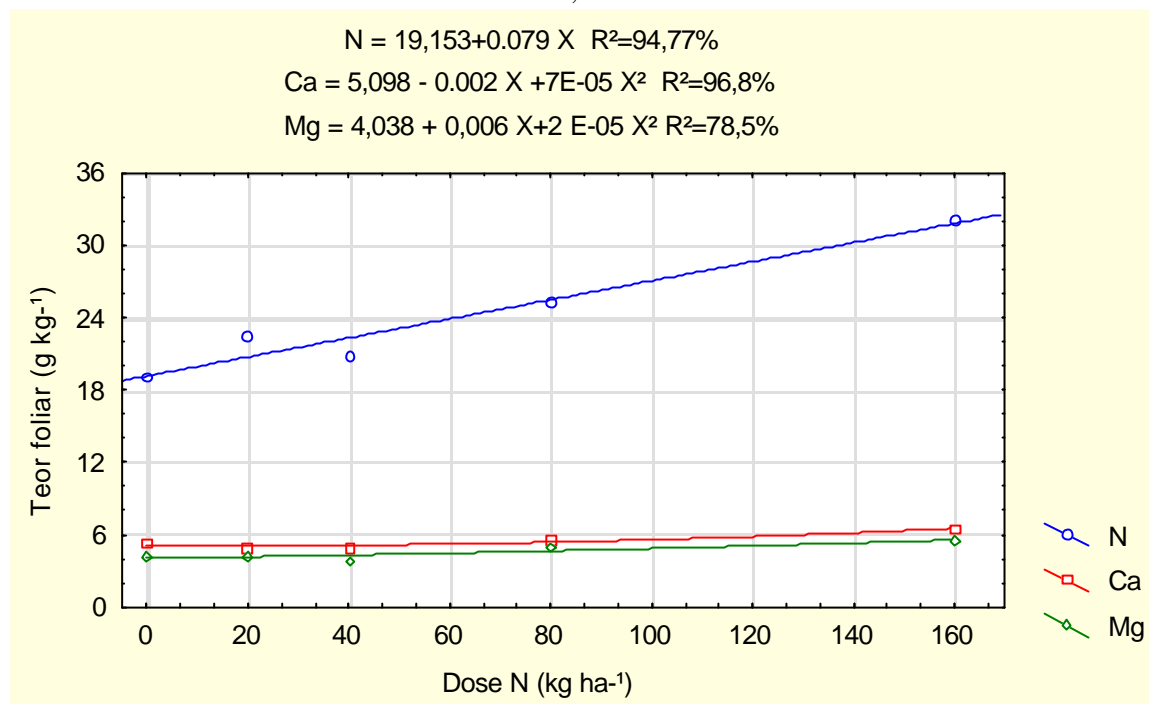


Maiores produtividades do azevém, comparado com aveia, pode estar relacionada a fatores climáticos ou um maior potencial do azevém nas condições locais, como pH e fertilidade do solo baixos. Ainda, o azevém tem como vantagem a ressemeadura, pois suas sementes permanecem no solo e germinam no ano seguinte, além do maior valor nutricional quando comparado com aveia.

A adubação com N afetou os teores foliares de N, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn e Mn (Figuras 16 e 17 e anexo 7) e não houve influência para os elementos K e B (figuras 18 e 19 e Anexo 7).

Acréscimo linear nos teores de N foi observado, o que tem grande importância no melhor desempenho dos animais (Martha Júnior et al, 2004).

FIGURA 16. TEORES FOLIARES PARA OS MACRONUTRIENTES EM AZEVÉM, EM RELAÇÃO ÀS DIFERENTES DOSES DE N APLICADAS EM SISTEMA SILVIPASTORIL NO MUNICÍPIO DE SÃO MATEUS DO SUL, PR.



Dos demais elementos que foram influenciados pela aplicação de N, todos resultaram em resposta quadrática. Provavelmente houve efeito de diluição para a maior dose de N, a qual proporcionou maiores acréscimos de MS.

Fato que merece atenção é o baixo teor de B nas plantas (Figura 20 e Anexo 7). Teores em torno de 4 mg kg<sup>-1</sup> MS estão bem abaixo da faixa de 10-30 mg kg<sup>-1</sup> indicado por Werner et al (1986) citado por Monteiro et al (2004) que pode estar limitando a produção, tanto do azevém e da aveia como do Álamo

FIGURA 17. TEORES FOLIARES PARA OS MICRONUTRIENTES EM AZEVÉM, EM RELAÇÃO ÀS DIFERENTES DOSES DE N APLICADAS EM SISTEMA SILVIPASTORIL NO MUNICÍPIO DE SÃO MATEUS DO SUL, PR.

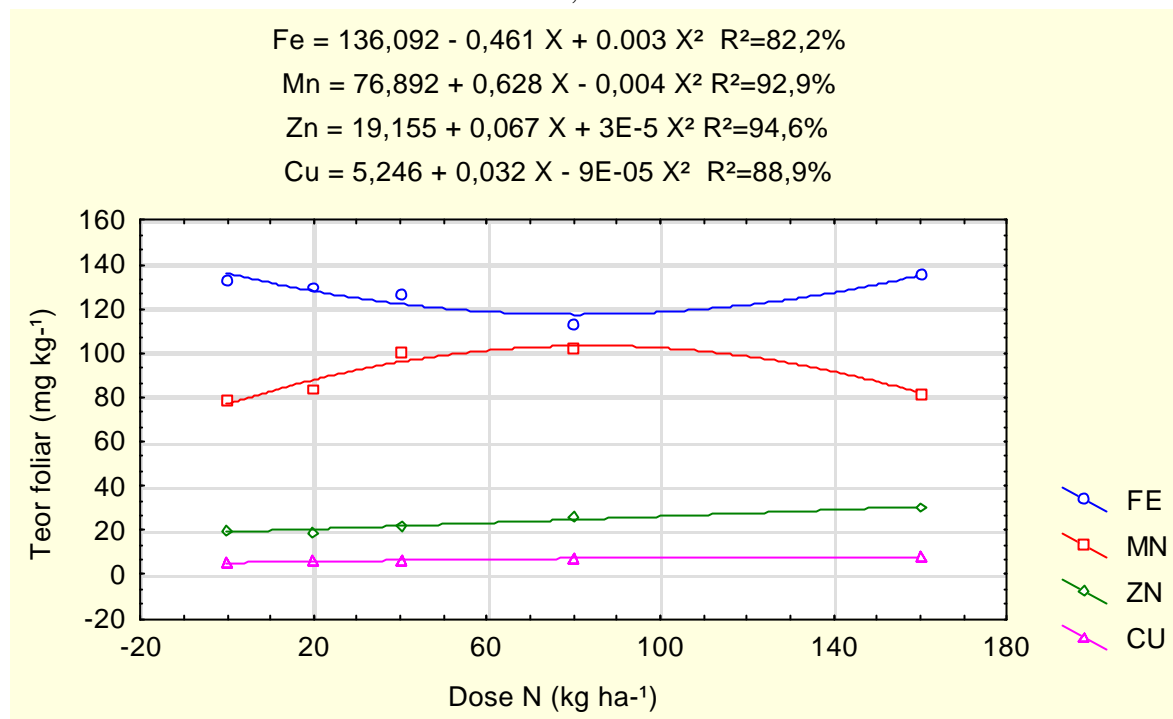


FIGURA 18. TEORES FOLIARES DE K EM AZEVÉM RELAÇÃO ÀS DIFERENTES DOSES DE N APLICADAS EM SISTEMA SILVIPASTORIL NO MUNICÍPIO DE SÃO MATEUS DO SUL, PR .

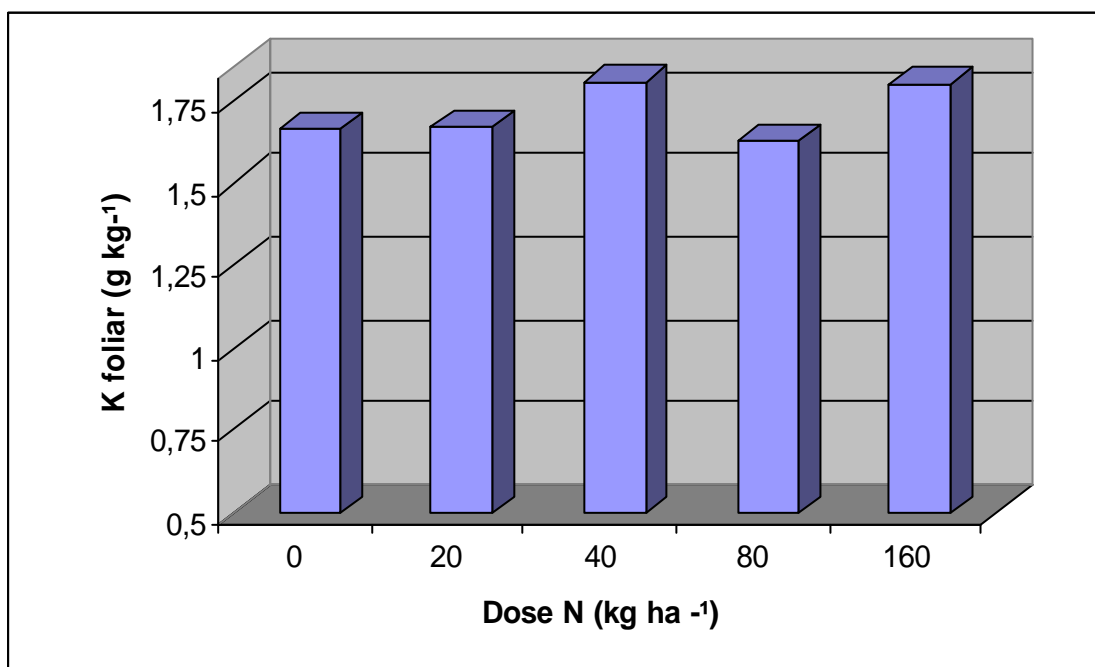
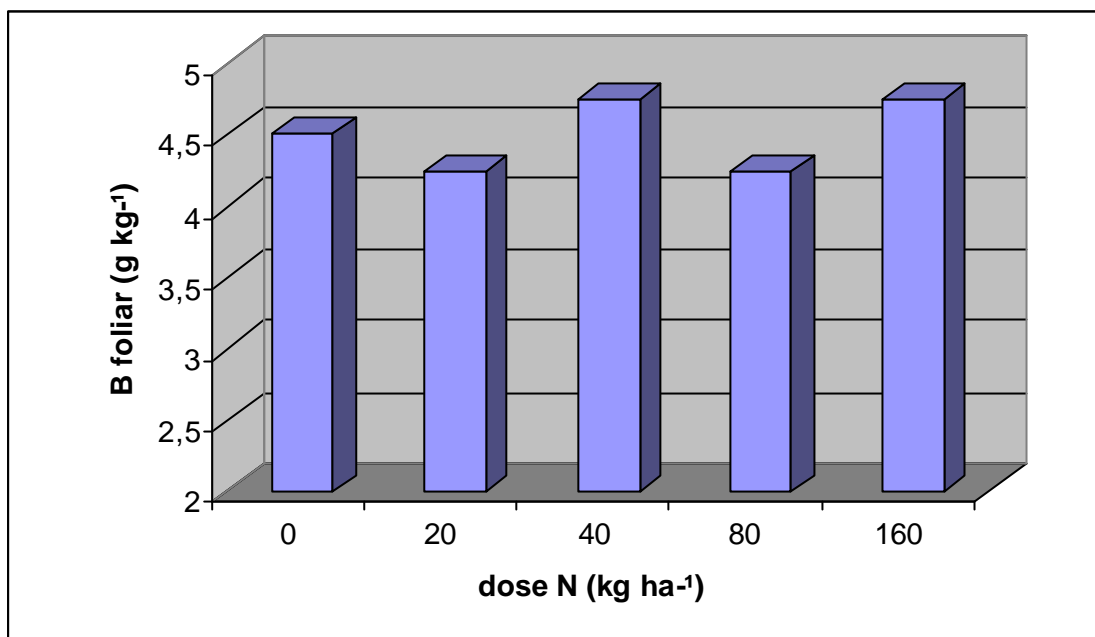




FIGURA 19. TEORES FOLIARES DE B EM AZEVÉM RELAÇÃO ÀS DIFERENTES DOSES DE N APLICADAS EM SISTEMA SILVIPASTORIL NO MUNICÍPIO DE SÃO MATEUS DO SUL, PR



No local do experimento, comparativamente com a testemunha, a adubação da pastagem influenciou na ciclagem de nutrientes, aumentando a quantidade no sistema solo-planta-animal, com aumento de produção vegetal, aumento da capacidade de lotação de animais e maior acúmulo de fezes e urina, maior produção de resíduos vegetais e sua taxa de mineralização, além de estimular a mineralização da matéria orgânica do solo (Dubeux Jr. et al, 2004). A Tabela 10 mostra a quantidade de nutrientes reciclada com a adição de N em azevém, proporcionando ao cultivo do álamo uma boa disponibilidade de nutrientes para o ciclo seguinte, pois os nutrientes que permanecem no sistema não são lixiviados, mantendo a fertilidade do solo, trazendo benefícios ao plantio de álamo a longo prazo.

TABELA 10. CICLAGEM DE NUTRIENTES PELO AZEVÉM, EM DIFERENTES DOSES DE N, SOB REGIME SILVIPASTORIL COM ÁLAMO NO MUNICÍPIO DE SÃO MATEUS DO SUL – PR. MACRONUTRIENTES EM Kg ha<sup>-1</sup> E MICROS EM g ha<sup>-1</sup>.

Elemento	Dose N (kg ha <sup>-1</sup> )				
	0	20	40	80	160
N	20,5	28,7	29,3	42,7	63,5
P	4,3	4,2	5,4	6,9	6,9
K	17,9	21,4	25,6	27,5	35,6
Ca	5,6	6,4	7,1	9,3	12,9
Mg	4,5	5,4	5,4	8,4	10,9
Fe	144	167	180	191	269
Cu	5,9	7,4	8,2	13,0	15,8
Zn	21,9	24,3	30,4	43,3	60,3
Mn	84	108	142	172	163
B	4,9	5,5	6,8	7,2	9,5

Mesmo com uma produção de matéria seca relativamente baixa, o ganho de peso por animal na propriedade, quando submetida a um regime de pastejo de inverno com adição de N, semelhante às condições em que foi realizado no presente experimento, produziu, com aproximadamente 130 cabeças em 10 ha por 8 dias, em torno de 520 kg de peso vivo, o que pode ser altamente viável para o custeio da manutenção do reflorestamento e também para o giro de capital enquanto a madeira não é retirada.

## 5.8 CONCLUSÕES

De acordo com os dados obtidos, podemos concluir que:

- A adição de N na cultura de inverno não propiciou aumento no crescimento do álamo, indicando baixo efeito residual. Contudo, aliada ao aumento na produtividade de M.S. das culturas anuais, constatou-se acréscimo na concentração de nutrientes no tecido de planta de 6 elementos avaliados (N, Ca, Mg, Mn, Zn e Cu), principalmente
- As produtividades obtidas foram baixas, visto que foi apenas avaliado o que poderia ser utilizado pelo animal, sendo não determinado a produção de matéria de planta para cobertura. O baixo nível de B observado pode ter comprometido o crescimento da cultura
- Outras formas de fertilização e avaliação devem ser estudadas, como fertilização no período vegetativo, utilização de análises foliares e determinação de outros fatores limitantes como água e micronutrientes.

## 5.9 REFERÊNCIAS

- ALVES, S. J. **Dinâmica de crescimento de aveia preta sob diferentes doses de nitrogênio e ajuste de modelo matemático de rendimento potencial em função de parâmetros climáticos.** Curitiba, 2002 (Doutorado em Agronomia, Produção Vegetal) Setor de Ciências Agrárias, UFPR, 2002.
- AMADO, T., SANTI, A COSTA, J., A., A. Adubação nitrogenada na aveia preta. I –Influência na decomposição de resíduos, liberação de nitrogênio e rendimento de milho sob sistema de plantio direto. **R. Bras. Ci. Solo**, 27:1085-1096, 2003.
- ASSMAN, A. L **Adubação nitrogenada de forrageiras de estação fria em presença e ausência de trevo branco, na produção da pastagem e animal em área de integração lavoura-pecuária.** Curitiba, 2002. 100p. (Doutorado em Agronomia -Produção Vegetal) Setor de Ciências Agrárias, UFPR, 2002.
- ASSMAN, T. S. **Rendimento do milho em área de integração lavoura-pecuária sob o sistema plantio direto, em presença e ausência de trevo branco, pastejo e nitrogênio.** Curitiba, 2001. 80p. (Doutorado em Agronomia -Produção Vegetal) Setor de Ciências Agrárias, UFPR, 2001.
- ASSMAN, T. S., RONZELLI JUNIOR, P., MORAES, A., ASSMANN, A. L., KOEHLER, H., S., SANDINI, I. **Rendimento do milho em área de integração lavoura-pecuária sob o sistema plantio direto, em presença e ausência de trevo branco, pastejo e nitrogênio.** **R. Bras. Ci. Solo**, 27:675-683, 2003.
- BIRLER, A. S. **A study of yeilds from I-214 poplars plantations.** Miscellaneous Puplication Series N° 5. Poplar and Fast Growing Forests Trees Research Institute, Izmit, Turquia, 1994. 74 p.
- BOUWMEESTER, R. J. B.; VLEK, P. L. G.; STUMPE, J. M. Effect of environmental factors on ammonia volatilization from an urea-fertilized soil. **Soil Science Society American Journal**, Madison, v.49, p. 376-381, 1985.
- BROWN, K. R. **Mineral nutrition and fertilization of deciduous broadleaved tree species in British Columbia.** Res. Br., B.C. Ministry of Forests, Victoria, B.C. Working Paper 42. 1999.
- DICKMANN, D. I. ISEBRANDS, J. G., BLAKE, T. J., KOSOLA, K, and KORT, J. 2001. **Physiological ecology of poplars.** In Poplar Culture In North America. Part A, Chapter 1. Edited by D. I. Dickmann, J. G. Isebrands, J. E. Eckenwalder and J. Richardson. NRC Research Press. National Research Council of Canada, ON K 1 A 0R6. Canada. pp 1-42. 2001

DUBEUX JR. J. C. B., SANTOS, H. Q., SOLLENBERGER, L. E. **Ciclagem de nutrientes: perspectiva de aumento da sustentabilidade da pastagem manejada intensivamente.** Simpósio sobre manejo de pastagens, 2004. Editado por Carlos Guilherme Silveira Pedreira, José Carlos e Vidal Pedroso de Faria. Piracicaba: FEALQ, 2004.

EMBRAPA (a). Disponível em <http://www.cnpt.embrapa.br/livros/forrageiras/aveia.htm>. Acessado em 20/09/2004.

EMBRAPA (b). Disponível em <http://www.cnpt.embrapa.br/livros/forrageiras/azevem.htm>. Acessado em 20/09/2004.

FLECHA, A. M. T. **Possibilidades de manejo da adubação nitrogenada na cultura do milho, em sucessão à aveia preta, no sistema de plantio direto.** Universidade Federal de Santa Maria, 2000, 37p. (Tese de Mestrado).

IND. ANDRADE LATORRE. **Inventário Florestal, 2002.** Acervo da Empresa.

JOBLING, J. **Poplars for Wood Production and Amenity.** Forestry Commission, HMSO Publications. Londres, 1990. P 38-52.

LARA CABEZAS, W. A. R.; KORNDÖRFER, G. H. ; MOTTA, S. A. Volatilização de N – NH<sub>3</sub> na cultura do milho: II. Avaliação de fontes sólidas e fluidas em sistema de plantio direto e convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 21, p. 489-496, 1997.

MARCHEZAN, N., VIZZOTO, V. R., ROCHA, M. G., MOOJEN, E. L., SILVA, J. H. S. **Produção animal em várzea sistematizada cultivadas com forrageiras de estação fria submetidas a diferentes níveis de adubação.** Revista Ciência Rural, v. 32, n. 2, 2002

MARTHA JÚNIOR, G. B., VILELA, L., BARIONI, L. G., SOUSA, D. M. G. e BARCELLOS, A. O. **Manejo da adubação nitrogenada em pastagens.** Simpósio sobre manejo de pastagens, 2004. Editado por Carlos Guilherme Silveira Pedreira, José Carlos e Vidal Pedroso de Faria. Piracicaba: FEALQ, 2004.

MONTEIRO, F. A., COLOZZA, M. T., WERNER, J. C. **Enxofre e micronutrientes em pastagens.** Simpósio sobre manejo de pastagens, 2004. Editado por Carlos Guilherme Silveira Pedreira, José Carlos e Vidal Pedroso de Faria. Piracicaba: FEALQ, 2004.

PHILIPPOVSKY, J. F., MEDRADO, M. J. S., DEDECEK, R. A. **Avaliação de diferentes coberturas do solo no inverno para a associação com a cultura**

- da erva mate no município de Ponta Grossa, PR.** Embrapa. Pesquisa em Andamento N. 30, nov 1997, p 1-5.
- PEIXOTO, C. M. **Manejo de nitrogênio na cultura do milho.** Informativo Pioneer nº 17, ano VIII. P 8-9. 2003.
- RAIJ, B. Van, QUAGGIO, J.A. Métodos de análise de solo para fins de fertilidade. Campinas: Instituto Agrônômico, 1983. 31. (IAC. Boletim Técnico, 81).
- ROCHA, H. O, RAUEN, M. J CARDOSO, A. **Levantamento Pedológico das Fazendas São Joaquim e São João Batista.** São Mateus do Sul, Paraná. 1999. 200 p. Acervo das Indústrias Andrade Latorre S/A.
- SANGOI, L., ERNANI, P. R., LECH, V. A., RAMPAZZO, C. **Lixiviação de nitrogênio afetada pela forma de aplicação da uréia e manejo dos restos culturais de aveia em dois solos com texturas contrastantes.** Revista Ciência Rural, v.33. n.1, p. 65-70. 2003.
- SANGOI, L., ERNANI, P. R., LECH, V. A., RAMPAZZO, C. **Volatilização de N-NH<sub>4</sub> em decorrência da forma da aplicação de uréia, manejo de resíduos e tipo de solo.** Revista Ciência Rural, v.33. n.4, p 687-692. 2003
- SANHUEZA, A. **Podemos ser un país de referencia para el alamo y el sauce.** Chile Forestal, n. 283. P 42-45. jan. feb. 2001.
- SANTI, A., AMADO, ACOSTA, J., A., A. **Adubação nitrogenada na aveia preta. I –Influência na produção de matéria seca e ciclagem de nutrientes sob sistema de plantio direto.**R. Bras. Ci. Solo, 27:1075-1083, 2003.

ANEXO 1- INCREMENTO EM CAP (cm) DE ÁLAMO NO PERÍODO DE 16/12/2002 A 08/08/2003 EM RELAÇÃO Á DIFERENTES DOSES DE ADUBAÇÃO

Dose N kg ha<sup>-1</sup>

	80	40	25*	20	0
CA1	3,4	1,8	4,5	3,7	3,3
CA2	4,0	2,7	4,4	4,4	1,9
CA3	5,1	6,9	4,9	3,7	5,2
CA4	7,0	6,3	6,0	6,5	4,8
<b>Média</b>	<b>4,8</b>	<b>4,4</b>	<b>4,9</b>	<b>4,5</b>	<b>3,8</b>
SO1	1,5	1,7	0,7	1,6	1,4
SO2	1,3	3,1	1,5	1,9	1,3
SO3	2,0	2,9	3,7	2,7	2,2
SO4	3,4	3,7	3,0	2,8	2,4
<b>Média</b>	<b>2,1</b>	<b>2,9</b>	<b>2,2</b>	<b>2,3</b>	<b>1,8</b>

\* Tratamento completo 25:17:10 N:P:K

ANEXO 2- INCREMENTO EM CAP (cm) DE ÁLAMO NO PERÍODO DE 16/12/2002 A 24/04/2004 EM RELAÇÃO Á DIFERENTES DOSES DE ADUBAÇÃO

Dose N kg ha<sup>-1</sup>

	80	40	25*	20	0
CA1	8,1	4,8	9,1	5,6	8,9
CA2	7,5	9,0	6,4	8,5	3,8
CA3	10,1	15,7	10,2	11,1	10,5
CA4	13,6	13,8	17,4	12,4	10,7
<b>Média</b>	<b>9,8</b>	<b>10,8</b>	<b>10,8</b>	<b>9,4</b>	<b>8,5</b>
SO1	7,9	5,8	3,6	6,4	6,9
SO2	4,6	7,8	5,6	7,4	6,4
SO3	7,8	9,3	11,2	7,8	6,3
SO4	10,3	10,5	9,4	9,2	7,9
<b>Média</b>	<b>7,6</b>	<b>8,3</b>	<b>7,4</b>	<b>7,7</b>	<b>6,9</b>

\* Tratamento completo 25:17:10 N:P:K

ANEXO 3 - INCREMENTO EM Ht (m) DE ÁLAMO NO PERÍODO DE 16/12/2002 A 08/08/2003 EM RELAÇÃO Á DIFERENTES DOSES DE ADUBAÇÃO

Dose N kg ha<sup>-1</sup>

	80	40	25*	20	0
CA1	0,14	0,12	0,14	0,13	0,23
CA2	0,27	0,11	0,00	0,42	0,16
CA3	0,46	1,02	0,36	0,29	0,45
CA4	1,17	0,59	1,26	0,87	0,54
<b>Média</b>	<b>0,51</b>	<b>0,46</b>	<b>0,44</b>	<b>0,43</b>	<b>0,35</b>
SO1	0,25	0,14	0,21	0,25	0,19
SO2	0,00	0,28	0,02	0,19	0,21
SO3	0,26	0,33	0,51	0,10	0,30
SO4	0,48	0,45	0,34	0,41	0,30
<b>Média</b>	<b>0,25</b>	<b>0,30</b>	<b>0,27</b>	<b>0,24</b>	<b>0,25</b>

\* Tratamento completo 25:17:10 N:P:K

ANEXO 4- INCREMENTO EM Ht (m) DE ÁLAMO NO PERÍODO DE 16/12/2002 A 24/04/2004 EM RELAÇÃO Á DIFERENTES DOSES DE ADUBAÇÃO

	Dose N kg ha <sup>-1</sup>				
	80	40	25*	20	0
CA1	0,89	0,70	1,33	0,90	1,22
CA2	0,97	0,33	0,37	1,01	0,25
CA3	1,50	2,87	1,48	1,60	1,52
CA4	2,64	2,37	2,93	2,48	1,83
<b>Média</b>	<b>1,50</b>	<b>1,57</b>	<b>1,53</b>	<b>1,50</b>	<b>1,21</b>
SO1	0,85	0,54	0,45	0,71	1,01
SO2	0,67	0,89	1,01	1,13	0,86
SO3	1,06	1,16	2,00	1,36	0,85
SO4	1,79	1,69	1,39	1,43	1,03
<b>Média</b>	<b>1,09</b>	<b>1,07</b>	<b>1,21</b>	<b>1,16</b>	<b>0,94</b>

\* Tratamento completo 25:17:10 N:P:K



**ANEXO 5. TEOR FOLIAR DE NUTRIENTES EM ÁLAMO NO PRIMEIRO ANO DE CRESCIMENTO PARA DIFERENTES DOSES DE ADUBAÇÃO**

Elemento	Local	80 N	40 N	25 N	20 N	00 N	Média
P (g kg <sup>-1</sup> )	CA	1,37	1,34	1,41	1,35	1,33	<b>1,36</b>
	SO	1,32	1,20	1,3	1,24	1,26	<b>1,31</b>
K(g kg <sup>-1</sup> )	CA	16,81	16,24	17,12	15,83	17,02	<b>16,60</b>
	SO	10,85	13,29	12,39	12,71	11,24	<b>12,10</b>
Ca(g kg <sup>-1</sup> )	CA	9,87	11,92	9,76	12,27	9,77	<b>10,93</b>
	SO	6,44	5,18	6,17	5,24	6,12	<b>5,68</b>
Mg(g kg <sup>-1</sup> )	CA	3,30	3,4	3,10	3,87	3,25	<b>3,38</b>
	SO	4,39	3,88	4,02	4,09	4,3	<b>4,14</b>
B(mg kg <sup>-1</sup> )	CA	32,2	35,4	34,0	35,0	32,2	<b>33,8</b>
	SO	9,5	14,1	11,2	11,8	13,1	<b>11,9</b>
Zn(mg kg <sup>-1</sup> )	CA	45,00	39,73	48,96	39,98	46,23	<b>43,98</b>
	SO	70,60	66,01	62,91	77,07	63,69	<b>68,06</b>
Mn(mg kg <sup>-1</sup> )	CA	187	151	186	174	147	<b>169</b>
	SO	313	256	207	293	306	<b>275</b>
Cu(mg kg <sup>-1</sup> )	CA	6,25	9,00	6,74	7,93	6,75	<b>7,33</b>
	SO	6,24	7,25	7,24	7,49	8,49	<b>7,34</b>
Fe(mg kg <sup>-1</sup> )	CA	48,5	41,5	38,7	41,7	48,2	<b>43,7</b>
	SO	40,9	39,8	55,9	37,4	41,7	<b>43,1</b>

**ANEXO 6. TEOR FOLIAR DE NUTRIENTES EM ÁLAMO NO SEGUNDO ANO DE CRESCIMENTO PARA DIFERENTES DOSES DE ADUBAÇÃO**

Elemento	Local	80 N	40 N	20 N	17:9:7	00 N	Média
P (g kg <sup>-1</sup> )	CA	1,3	1,4	1,5	1,2	1,3	<b>1,3</b>
	SO	1,4	1,5	1,5	1,5	1,4	<b>1,5</b>
K(g kg <sup>-1</sup> )	CA	18,2	16,9	19,6	19,1	18,4	<b>18,4</b>
	SO	14,6	14,4	16,6	16,7	13,4	<b>15,1</b>
Ca(g kg <sup>-1</sup> )	CA	9,9	12,6	11,5	12,2	11,7	<b>11,6</b>
	SO	6,3	6,6	6,3	7,0	6,5	<b>6,5</b>
Mg(g kg <sup>-1</sup> )	CA	3,2	3,3	3,3	3,6	3,3	<b>3,3</b>
	SO	3,9	4,0	4,0	4,1	3,7	<b>3,9</b>
S(g kg <sup>-1</sup> )	CA	4,4	4,4	4,7	4,3	4,9	<b>4,4</b>
	SO	4,5	5,0	4,7	4,8	4,8	<b>4,8</b>
B(mg kg <sup>-1</sup> )	CA	36,6	36,7	32,7	37,0	37,5	<b>36,1</b>
	SO	14,3	13,4	14,2	14,3	12,4	<b>13,7</b>
Zn(mg kg <sup>-1</sup> )	CA	51,2	47,8	44,6	49,9	69,9	<b>52,7</b>
	SO	67,3	70,4	71,1	68,5	60,1	<b>67,5</b>
Mn(mg kg <sup>-1</sup> )	CA	207,0	201,2	171,4	199,7	203,8	<b>196,6</b>
	SO	391,3	387,0	366,4	276,2	352,3	<b>354,6</b>
Cu(mg kg <sup>-1</sup> )	CA	9,4	9,3	9,7	10,3	9,4	<b>9,6</b>
	SO	11,5	11,6	12,7	11,6	10,7	<b>11,6</b>
Fe(mg kg <sup>-1</sup> )	CA	78,0	79,8	90,3	79,7	81,6	<b>81,8</b>
	SO	63,3	62,0	61,9	66,8	60,3	<b>62,9</b>

ANEXO 7- TEOR FOLIAR DE NUTRIENTES EM AZEVÉM EM SISTEMA SILVIPASTORIL NO MUNICÍPIO DE SÃO MATEUS DO SUL, PR.

Tratamento	Repet.	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	B
0	1	1,72	0,43	1,73	0,56	0,42	164	114	28	6	5
0	2	2,33	0,36	1,31	0,61	0,53	140	80	21	6	5
0	3	1,95	0,42	1,78	0,5	0,4	108	91	16	5	4
0	4	1,6	0,4	1,8	0,42	0,34	119	28	16	5	4
Média		<b>1,9</b>	<b>0,40</b>	<b>1,66</b>	<b>0,52</b>	<b>0,42</b>	<b>133</b>	<b>78</b>	<b>20,25</b>	<b>5,5</b>	<b>4,5</b>
20	1	2,15	0,35	1,33	0,55	0,45	120	143	19	6	5
20	2	1,56	0,4	1,94	0,58	0,51	162	89	19	5	4
20	3	2,46	0,29	1,86	0,4	0,26	116	77	19	7	4
20	4	2,79	0,29	1,55	0,47	0,46	120	26	19	5	4
Média		<b>2,24</b>	<b>0,33</b>	<b>1,67</b>	<b>0,5</b>	<b>0,42</b>	<b>130</b>	<b>84</b>	<b>19</b>	<b>5,75</b>	<b>4,25</b>
40	1	1,83	0,34	2,46	0,43	0,3	189	135	22	7	6
40	2	2,23	0,37	1,34	0,49	0,43	88	104	18	4	4
40	3	1,88	0,41	2,29	0,44	0,3	108	104	22	6	5
40	4	2,34	0,38	1,15	0,62	0,5	123	56	24	6	4
Média		<b>2,07</b>	<b>0,38</b>	<b>1,81</b>	<b>0,50</b>	<b>0,38</b>	<b>127</b>	<b>100</b>	<b>21,5</b>	<b>5,75</b>	<b>4,75</b>
80	1	3,08	0,46	1,52	0,58	0,51	110	125	28	9	4
80	2	2,63	0,38	2,8	0,4	0,36	95	137	26	7	5
80	3	1,92	0,38	1,14	0,56	0,57	108	112	23	7	4
80	4	2,47	0,4	1,07	0,66	0,56	139	34	25,7	7,7	4
Média		<b>2,53</b>	<b>0,41</b>	<b>1,63</b>	<b>0,55</b>	<b>0,50</b>	<b>113</b>	<b>102</b>	<b>25,68</b>	<b>7,68</b>	<b>4,25</b>
160	1	3,01	0,34	2,75	0,46	0,38	136	90	27	7	5
160	2	3,45	0,36	1,76	0,64	0,49	129	128	32	12	4
160	3	2,79	0,36	1,38	0,74	0,64	150	81	26	5	4
160	4	3,58	0,34	1,29	0,77	0,69	130	30	37	8	6
Média		<b>3,21</b>	<b>0,35</b>	<b>1,80</b>	<b>0,65</b>	<b>0,55</b>	<b>136</b>	<b>82,25</b>	<b>30,50</b>	<b>8,00</b>	<b>4,75</b>